Deutscher Bundestag **Drucksache 14/6268**
14. Wahlperiode 11. 06. 2001

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000 und Stellungnahme der Bundesregierung

Inhaltsverzeichnis

Zugeleitet mit Schreiben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vom 31. Mai 2001 gemäß Beschluss des Deutschen Bundestages vom 2. September 1998 zu Buchstabe a der Beschlussempfehlung – Drucksache 13/11096.

Seite

Abbildungen

Seite

Seite

Seite

Tabellen und Übersichten

Seite

Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000

Auf der Schwelle zum 21. Jahrhundert ist Wissen zum wichtigsten Rohstoff geworden. Der Erfolg einer modernen Industrienation wie der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Wettbewerb bemisst sich immer mehr daran, wie es gelingt, Wissen in technologischen Vorsprung umzumünzen. Denn die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes entscheidet letztlich über den erreichbaren Wohlstand und die Zukunftssicherheit von Arbeitsplätzen.

Die Bundesregierung hat fünf führende wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Forschungsinstitute beauftragt, eine jährliche Bestandsaufnahme der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands durchzuführen. Denn eine zuverlässige Informationsgrundlage ist notwendige Voraussetzung dafür, die Weichen in Bildung, Forschung und Innovation richtig zu stellen, damit Deutschland auch künftig seinen vorderen Platz in der internationalen Arbeitsteilung behaupten kann. Diesen Bericht legt die Bundesregierung hiermit vor.

Die erweiterte Berichterstattung des laufenden Jahres bewertet die internationale Position Deutschlands im Technologiewettbewerb anhand von wichtigen Indikatoren und setzt sich mit den Stärken und Schwächen des deutschen Innovationssystems auseinander. Vor dem Hintergrund der Diskussion um den Fachkräftemangel in Deutschland beleuchten die Institute die Besonderheiten der „Arbeitsmärkte für Hochqualifizierte“. Die Institute analysieren die technologische Stärke Deutschlands im Automobilbau, in der Pharmaforschung sowie im Bereich der Informationstechnologien. Der Wissens- und Technologietransfer in Deutschland steht ebenso im Zentrum der Betrachtung wie der Wachstumsbeitrag sowie die Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnologien in Deutschland. Dem Aufholprozess in den neuen Bundesländern ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Die Institute sprechen schließlich Handlungsempfehlungen für eine zeitgemäßige Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik aus.

Die Bundesregierung fühlt sich durch die Analysen und Handlungsempfehlungen des Berichts in dem von ihr eingeschlagenen Weg in der Bildungs- und Forschungspolitik bestätigt. Erste Erfolge der eingeleiteten Reformmaßnahmen lassen sich bereits erkennen. Zugleich zeigt der Bericht Ansatzpunkte auf, die Position Deutschlands im internationalen Technologiewettbewerb weiter zu verbessern. Der Bericht macht unmissverständlich deutlich, dass auch in Zukunft Bildung, Forschung und Innovation hohe Priorität einzuräumen ist.

Der Bericht besitzt aus Sicht der Bundesregierung folgende Kernaussagen:

1. Vorsprung im Wettbewerb: Immer mehr deutsche Unternehmen sind als Erste mit neuen Produkten am Markt

Unter den großen europäischen Ländern weist Deutschland die höchste Dichte an innovativen Unternehmen auf. Inzwischen rechnen sich wieder zwei von drei deutsche Unternehmen zu den Innovatoren. Mitte der 90er-Jahre war es erst jedes zweite Unternehmen. Inzwischen melden 40 % der Unternehmen, dass sie mit mindestens einem Produkt als Erstes am Markt sind, Mitte der 90er-Jahre waren es erst etwa 25 %. Mit diesen Marktneuheiten erzielen sie inzwischen mehr als 6 % ihres Umsatzes – so viel, wie schon lange nicht mehr.

2. Wieder mehr Zukunftsinvestitionen: Höchstes Tempo bei Forschung und Entwicklung seit 1992

Aufwendungen für Forschung und Entwicklung sind der Kern für diese Innovationserfolge. Die deutschen Unternehmen haben ihre internen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung zwischen 1997 und 1999 um 8 % p. a. erhöht – in 2000 werden sie voraussichtlich nochmals um 5 % ansteigen. Entsprechend wurde auch mehr Personal für Forschung und Entwicklung eingesetzt (+2 % bis 1999). Damit steigt die FuE-Intensität in Deutschland wieder auf 2,4 %. Damit lässt Deutschland die anderen großen europäischen Volkswirtschaften hinter sich. Allerdings ist Deutschland vom Spitzenwert gegen Ende der 80er-Jahre noch deutlich entfernt. Auch investieren einzelne Länder wie die USA, aber auch Schweden und Finnland deutlich mehr in Forschung und Entwicklung. Diese Länder haben ihre FuE-Ressourcen bereits stärker in Richtung Spitzentechnologien (IuK, Biotechnologie) mit automatisch höherem FuE-Bedarf mobilisieren können.

3. Der Automobilbau – Rückgrat der technologischen Leistungsfähigkeit

Auf deutsche Automobilhersteller entfällt allein gut ein Viertel der jährlichen Aufwendungen der deutschen Industrie für Forschung und Entwicklung. Damit führt der Automobilbau die Branchenliste mit großem Abstand an. Doch auch andere Branchen profitieren von den Forschungsanstrengungen des Fahrzeugbaus: Jede fünfte Forschungsmark der Automobilhersteller wird für Aufträge außerhalb des Automobilsektors ausgegeben – mit beträchtlichen Impulsen etwa für die Chemie, die Elektronik, die Mobilkommunikation und neue Werkstoffe.

Der nationalen Stärke folgt die internationale Stärke. Die deutschen Automobilbauer steuern fast ein Fünftel der in-

ternationalen Forschung und Entwicklung in diesem Sektor bei. 45 % der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt kommen aus Deutschland. Dies schlägt sich auch in Markterfolg nieder: Die hohe Innovationskraft hat Deutschland in den 90er-Jahren einen Welthandelsanteil von einem Fünftel beschert. Zudem konnte seit 1991 50 % mehr Fahrzeuge exportiert werden – bei insgesamt sogar rückläufigen Stückzahlen im Import.

Der deutsche Straßenfahrzeugbau gehörte zu den wenigen Industriebranchen, in denen im letzten Jahrzehnt wirklich zusätzliche Beschäftigung entstanden ist. Die derzeit hervorragende Position des deutschen Automobilbaus ist indes nicht ungefährdet: Prozesse wie „global sourcing“ der großen Automobilhersteller, veränderte ökologische Rahmenbedingungen, der zunehmende internationale Preiswettbewerb und nicht zuletzt das in der Kfz-Industrie besonders stark wahrgenommene Problem des Fachkräftemangels bedeuten Herausforderungen, die es in den nächsten Jahren zu bestehen gilt.

4. Die Biotechnologie entscheidet mehr und mehr, welche Pharmaunternehmen künftig die Nase vorn haben

Die Zukunftsmusik im Pharmasektor spielt immer mehr im Bereich der Biotechnologie. 41 % der internationalen Patentanmeldungen in diesem Bereich haben einen direkten Bezug zur Biotechnologie (1991: 31 %). Dementsprechend wundert es kaum, wenn ein immer größerer Teil der Markteinführungen neuer pharmazeutischer Wirkstoffe auf Biopharmazeutika entfällt (1999 knapp ein Viertel). Das deutsche Patentgeschehen im Pharmabereich mit biotechnologischer Relevanz geht zunehmend auf reine Bio-Tech-Firmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen zurück, die Pharmakonzerne verantworten inzwischen nicht einmal mehr die Hälfte (43 %). In der Pharmaforschung bildet sich damit eine immer stärkere Arbeitsteilung heraus, in der sich die Pharmakonzerne auf die teure klinische Forschung konzentrieren. Die Vernetzung zwischen den Partnern aus der Wissenschaft, kleinen Biotechnologieunternehmen und den Pharmakonzernen wird damit wichtiger.

Die internationalen Gewichte haben sich in den 90er-Jahren im Pharmabereich immer stärker in Richtung USA verschoben. Noch ist Deutschland mit einem Welthandelsanteil von ca. 20 % größter Pharmaexporteur. Doch wird Deutschlands Exportsortiment zunehmend von den Erfindungen früherer Jahre geprägt – und steht damit vor einer unsicheren Zukunft. Von den bestverkauften Medikamenten der letzten fünf Jahre entfällt nur noch ein geringer Teil auf deutsche Pharmahersteller. Auch der Anteil deutscher Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt ist im letzten Jahrzehnt auf knapp 13 % abgerutscht (Dekade zuvor: 18 %) und fällt stetig weiter. Im Vergleich zu den Konkurrenzländern nachlassende Forschungsanstrengungen der Pharmaunternehmen in Deutschland bis Mitte der 90er-Jahre zeigen ihre Wirkung. Nicht umsonst hat sich der deutsche Weltmarktanteil bei FuE im Pharmasektor seit Mitte der 70er-Jahre auf nunmehr rund 7 % halbiert.

Die seit Mitte der 90er-Jahre wieder steigenden FuE-Aufwendungen im Pharma-Bereich geben Anlass zur Hoffnung, vor allem dann, wenn es der deutschen Pharmaindustrie gelingt, den Paradigmenwechsel von der Chemie zur Biologie zu schultern.

5. In der Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologien hat Deutschland deutlich aufgeholt

In Deutschland sind bereits zwischen 20 und 25 % des jährlichen Wirtschaftswachstums dem zunehmenden Einsatz der IuK-Technologien zuzurechnen. Allerdings haben andere Länder in den 90er-Jahren deutlich stärker von den neuen Technologien profitiert – Länder, die in dieser Zeit deutlich mehr in IuK investiert haben als Deutschland. In den letzten beiden Jahren hat Deutschland den Rückstand in der Verbreitung der IuK-Technologien verringern können. Auch kleine und mittlere Unternehmen nutzen nun verstärkt die Möglichkeiten des Internets. Technische Dienstleister, Unternehmen der IuK-Branche selbst sowie Banken und Versicherungen sind Spitzenreiter beim Einsatz der IuK-Technik. Im Bankgewerbe etwa übersteigt die Zahl der PCs inzwischen die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter; fast die Hälfte der Mitarbeiter verfügt zudem über einen Internetzugang.

Bei der Verbreitung von IuK ist Deutschland nach wie vor stark auf Importprodukte angewiesen. Nur im Bereich der Telekommunikation kann Deutschland einen kleinen Überschuss im Außenhandel erzielen, sonst wird deutlich mehr importiert als exportiert. Die insgesamt schwache Position am Weltmarkt ist nicht zuletzt ein Resultat vergleichsweise geringerer Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der Industrie im IuK-Bereich. In praktisch allen Teilsektoren von IuK haben andere OECD-Länder deutlich mehr Mittel in Forschung und Entwicklung investiert, auch bei Patenten besitzt Deutschland Spezialisierungsnachteile. Unter den drei besonders wachstumsstarken Technologiefeldern – dem Internet, der Mobilkommunikation und der Datensicherheit – konnte Deutschland seine Position besonders im Bereich der Mobilkommunikation verbessern. Internationale Beispiele – wie der erste Internet-Browser Mosaic und das World Wide Web – belegen, dass häufig bahnbrechende Entwicklungen in IuK von der Wissenschaft ausgehen. Das hervorragende Potenzial der deutschen Wissenschaft muss hier stärker für eine Zusammenarbeit mit der Wirtschaft in der IuK-Forschung genutzt werden.

6. Weiterhin erheblicher Fachkräftemangel in der IT-Branche – trotz steigender Absolventenzahlen ist die Lücke in Zukunft schwer zu schließen

Nach den neuesten Zahlen einer Untersuchung des ZEW liegt der IuK-Fachkräftemangel bei rund 93 000 Stellen allein im ersten Halbjahr 2000. Damit konnte fast jede

zweite offene Stelle im IuK-Bereich nicht besetzt werden. Hierbei ist eine deutliche Nachfragezunahme seitens der Anwenderbranchen zu beobachten. Am stärksten ist das Banken- und Versicherungsgewerbe vom Fachkräftemangel betroffen, das allein 13 % mehr IuK-Spezialisten beschäftigen würde. Kleinere Betriebe haben erheblich mehr Probleme, geeignete IuK-Fachkräfte zu finden, als Großbetriebe.

Die Unternehmen suchen vor allem hoch qualifizierte IuK-Fachkräfte. Acht von zehn nicht besetzten Stellen – in der IuK-Branche selbst sogar neun von zehn – sind für Akademiker vorgesehen. Alle Branchen, vor allem aber die IuK-Branche selbst, gehen von einer weiteren deutlichen Zunahme ihres Bedarfs an IuK-Fachkräften aus. Aus den Bedarfsprognosen der Unternehmen errechnet sich ein zusätzlicher Bedarf von bis zu 350 000 IuK-Fachkräften bis Ende 2002, davon ca. 50 % mit einer akademischen Ausbildung. Zwei Drittel der Unternehmen setzen mittlerweile kein IuK-nahes Studium voraus, solange die Studienabsolventen entsprechende IuK-Kenntnisse aufweisen können. Für die gegenwärtig 8 000 Studienabsolventen in Informatik pro Jahr sieht die Arbeitsmarktlage besonders günstig aus. Doch selbst wenn die Zahl der Studienabsolventen wie prognostiziert in den nächsten Jahren sich verdoppelt, werden sie allein kaum den Bedarf der Wirtschaft befriedigen können.

Die Notwendigkeit ergänzender beruflicher Aus- und Weiterbildung wird nicht zuletzt vor diesem Hintergrund von mehr und mehr Unternehmen gesehen. Mehr als die Hälfte der Unternehmen mit IuK-Fachkräften setzt daher auf verstärkte Umschulung und Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter. Ein Fünftel dieser Unternehmen bildete 1999 bereits in den neuen IuK-Berufen aus oder plante dies für die nahe Zukunft. Auch die Green Card stößt auf großes Interesse. Jedes fünfte vom Fachkräftemangel betroffene Unternehmen plant die Inanspruchnahme dieser Regelung.

7. Fachkräftemangel entwickelt sich zunehmend zum Innovationshemmnis – Studierende reagieren auf Arbeitsmarktsignale zeitverzögert

Bei etwa jedem sechsten Unternehmen in Industrie und Dienstleistungen hat der Fachkräftemangel zur Streckung oder zum Abbruch von Innovationsprojekten geführt. 6 000 Industrie- bzw. 25 000 Dienstleistungsunternehmen konnten aus diesem Grunde sogar derartige Projekte erst gar nicht anfangen. Die Unternehmen schätzen damit den Fachkräftemangel inzwischen als ähnlich wichtiges Innovationshemmnis ein wie etwa den Mangel an Finanzierungsquellen. Je nach gesuchter Qualifikation reagieren die Unternehmen unterschiedlich: Ingenieurstellen etwa werden lieber unbesetzt gelassen als fachfremd besetzt. Bei IuK-Fachkräften machen die Unternehmen dagegen auch schon mal Abstriche bei der formalen Qualifikation, solange ausreichende IuK-Kenntnisse nachgewiesen werden. Alternativ werden gerne Elektro- und Maschinenbauingenieure, Mathematiker und Physiker genommen. Das Ausweichen der Unternehmen auf Absolventen dieser Studiengänge verstärkt daher die Engpässe in anderen technischen Funktionen zusätzlich (vor allem Ingenieure).

Der Mangel an akademischen Fachkräften lässt viele Unternehmen offensiv für Fachkräfte werben, immer öfter wird direkte Präsenz an den Hochschulen gesucht. Ein Fünftel der Unternehmen setzt auf betriebliche Aus- und Weiterbildung. Schließlich schauen die Unternehmen vermehrt über die nationalen Grenzen. Gut ein Drittel der mittleren bis großen Unternehmen aus Industrie und Dienstleistungen beschäftigten in Deutschland Hochqualifizierte mit ausländischem Pass, vor allem in den Bereichen Forschung und Entwicklung. Zwei von fünf Unternehmen würden bei Erleichterungen der Arbeitserlaubnis mehr Ausländer einstellen.

Die zukünftigen Akademiker lassen sich in ihrer Studienentscheidung vergleichsweise wenig von unmittelbaren Signalen des Arbeitsmarkts beeinflussen. Erst nachhaltige Verschiebungen der Bedarfssituation am Arbeitsmarkt begleitet mit einer entsprechenden öffentlichen Wahrnehmung findet einen stärkeren Niederschlag in den Studienanfängerzahlen (Informatik, zuletzt auch Maschinenbau- und Elektroingenieurwissenschaften). Dabei vergehen mindestens ein bis zwei Jahre, bevor die Studenten auf die veränderte Arbeitsmarktsituation reagieren. Fachhochschulstudenten sind aufgrund der kürzeren Studienzeit empfänglicher für Arbeitsmarktsignale. Immerhin ein Drittel der Fachwechsler nennt schlechte Berufsaussichten mit als Grund ihres Wechsels. Insgesamt ist der Arbeitsmarkt überregionaler und internationaler geworden. Rund 20 % der Hochschulabsolventen suchen überregional (1989: 13 %), 3 % im Ausland (1,5 %).

8. Noch bewahrt Deutschland international einen Qualifikationsvorsprung. Doch der Vorsprung schmilzt zunehmend

In Deutschland besitzt etwa jeder dritte Beschäftigte einen „tertiären Abschluss“ an Fach-, Fachhochschule oder Universität. Dies ist im internationalen Vergleich durchaus hoch. In nahezu allen Branchen liegt Deutschland über den entsprechenden Werten unserer europäischen Nachbarn. Doch Deutschlands Qualifikationsvorsprung beruht vor allem auf den Errungenschaften der Vergangenheit. So liegt Deutschland bei den 55- bis 64-Jährigen mit Tertiärabschluss nach OECD-Zahlen noch auf Rang 4, bei den neu in den Arbeitsmarkt eintretenden 25- bis 34-Jährigen ist Deutschland jedoch ins Mittelfeld abgerutscht. Dies ist nicht zuletzt eine Folge der mangelnden Studienfinanzierung, deren Vernachlässigung Anfang der 90er-Jahre viele Abiturienten vom Studium abgehalten hat. Daraus erklärt sich die gegenüber dem OECD-Durchschnitt von 40 % deutlich niedrigere Studierneigung in Deutschland mit nur 28 %. Wie die jüngsten Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudien TIMSS (Third International Mathematics and Science Survey) zeigen, gesellt sich zum Mengen- ein Qualitätsproblem: Deutschlands Schulkinder belegen mit ihren Kenntnissen in

Mathematik und Physik – also zentralen Fächern für die „technologische Leistungsfähigkeit“ – im internationalen Vergleich lediglich einen Platz im Mittelfeld. Es gilt daher, die Bedingungen für eine gute Schulausbildung in diesen Fächern zu verbessern, das Interesse für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrinhalte schon frühzeitig nachhaltig zu wecken und vor allem das Potenzial weiblicher Studienanfänger in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern zu mobilisieren.

9. Dienstleistungen bleiben Beschäftigungsmotor und übernehmen im Innovationsprozess eine immer wichtigere Rolle

Die forschungsintensiven Industriezweige konnten im letzten Jahrzehnt mit imposanten Zuwachsraten bei der Wertschöpfung aufwarten. Doch haben die hohen Produktivitätsgewinne (knapp 6 % zwischen 1993 und 1999) die Beschäftigungseffekte dieses Wachstums mehr als aufgezehrt. Hoffnungsträger für neue Beschäftigungsverhältnisse sind zunehmend die Dienstleistungen, vor allem die wissensintensiven Dienstleistungen geworden. Zwischen 1998 und 1999 wurden etwa im Produzierenden Gewerbe 300 000 Arbeitsplätze netto abgebaut, im Dienstleistungsgewerbe – vor allem bei IuK sowie Beratungs- und Forschungsdienstleistungen – wurden 450 000 zusätzliche Beschäftigungsverhältnisse geschaffen.

Überraschend ist aber vor allem die vielfach weniger beachtete Rolle der Dienstleistungen als Innovationsmotor: Rund 40 % aller innovativen Unternehmen der Spitzentechnik beziehen wichtige Impulse aus dem Dienstleistungssektor. Dienstleister übernehmen vielfach wichtige Funktionen bei Umsetzung und Vermarktung von Innovationen. Sie greifen Nachfragetrends auf und erarbeiten zusammen mit den Technologieproduzenten der Industrie innovative Lösungen.

10. Die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft hat sich in Deutschland in den letzten Jahren verstärkt. Es gibt noch erhebliche Potenziale, die erschlossen werden müssen

Die Industrie hat im Laufe des vergangenen Jahrzehnts zunehmend die Vorteile und Erfolge einer Public-Private-Partnership in der Forschung zu schätzen gelernt. Nicht nur die Hochtechnologiesektoren, auch weniger FuE-intensive Branchen vergeben in nennenswertem Umfang Aufträge an die Wissenschaft. Die Forschungsaufträge an Hochschulen insgesamt haben sich in den letzten zehn Jahren auf inzwischen 800 Mio. DM verdoppelt. Mit dem erheblich gestiegenen Patentaufkommen aus der Wissenschaft drückt sich eine zunehmende Aufgeschlossenheit der Wissenschaftler für die wirtschaftliche Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse aus. An den Forschungseinrichtungen konnten durch diese Patente immer mehr Lizenzerlöse gewonnen werden, an den Hochschulen bedarf es jetzt einer unterstützenden professionellen Verwertungsinfrastruktur. Gründungen aus Forschungseinrichtungen und an Hochschulen haben im erheblichen Maß zur schnelleren Umsetzung und Anwendung von Forschungsergebnissen in Form von Produkten und Dienstleistungen geführt. Sie stellen einen hocheffizienten Weg eines erfolgreichen Technologietransfers dar.

Wie die Beispiele aus Automobilbau, IuK und Pharma zeigen, wird die technologische Leistungsfähigkeit in einem Sektor stark davon beeinflusst, wie gut Wissenschaft und Wirtschaft miteinander zusammenarbeiten. Nicht umsonst sind es die auf Forschungsergebnissen der Wissenschaft beruhenden Innovationsprojekte, die von den Unternehmen als besonders erfolgversprechend eingeschätzt werden. In Deutschland haben dies erst 5 000 der insgesamt 23 000 regelmäßig FuE-betreibenden Industrieunternehmen erkannt. Dies zeigt deutlich: In Deutschland bestehen nach wie vor erhebliche Potenziale in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die noch besser erschlossen werden können.

11. In einzelnen Regionen und ausgewählten Spitzentechnologien hellt sich das Bild in den neuen Ländern auf

Zehn Jahre nach der Wiedervereinigung knüpfen die neuen Länder durchaus an ihre technologischen Kompetenzen aus der DDR-Zeit an, verbinden diese aber vielfach mit Neuorientierungen etwa im Bereich Optik, Fahrzeugbau, Medizintechnik, Polymere und Konsumgüter. Die Internationalisierungsbemühungen ostdeutscher Unternehmen sind beträchtlich, auch wenn die Exporterfolge im Vergleich zu den alten Ländern noch begrenzt sind. Auf den internationalen Märkten haben ostdeutsche Unternehmen Spezialisierungsvorteile in einigen Spitzentechnologiegebieten wie Biotechnologie, Mikroelektronik und Oberflächentechnik errungen. Sie ergänzen in diesen Feldern sinnvoll das westdeutsche Technologieprofil.

Trotz erheblicher Fortschritte ist das wirtschaftliche Wachstum immer noch nicht ausreichend – sei es bei den Forschungsaufwendungen, den internationalen Patentanmeldungen, beim Export oder bei den Innovationen. Das Forschungsgeschehen wird stark durch öffentliche Forschungsinstitutionen, FuE-Dienstleister und kleine und mittlere Unternehmen geprägt. Eigenständige Großunternehmen als wichtige Partner sind noch zu selten zu finden.

Der Bericht zeigt: Die weltweiten Herausforderungen verlangen erhebliche Anstrengungen, damit Deutschland auch künftig seine Spitzenposition im internationalen Wettbewerb behaupten kann. Die Bundesregierung hat diese Herausforderungen erkannt und gehandelt:

1. Für das Jahr 2001 hat die Bundesregierung zum dritten Mal in Folge die **Mittel für Bildung und Forschung** deutlich erhöht. Einschließlich BAföG stehen im Vergleich zu 1998 2,5 Milliarden Mark zusätzlich zur Verfügung. Die Bundesregierung hat damit für Ihre Seite die dringend notwendige und von den Autoren des Berichts geforderte Stärkung der Investitionen in Bildung und Forschung betrieben. Die mittelfristige Finanzplanung des Bundes einschließlich der

zusätzlichen Mittel aus den UMTS-Erlösen macht deutlich, dass die Bundesregierung auch in Zukunft Bildung und Forschung Priorität einräumen wird.

2. Nach den Erwartungen der Wirtschaft wird die Nachfrage nach IT-Spezialisten in Deutschland auf hohem Niveau verharren. Deshalb hat die Bundesregierung schon frühzeitig die „Offensive zum Abbau des **IT-Fachkräftemangels**“ das „Sofortprogramm der Bundesregierung und IT-Wirtschaft zur Deckung des IT-Fachkräftebedarfs in Deutschland“ und zahlreiche andere Maßnahmen im Rahmen des Handlungskonzepts „Anschluss statt Ausschluss – IT in der Bildung“ aufgelegt, die Wirkung zeigen. So haben z. B. die begonnenen Maßnahmen des Sofortprogramms zur Weiterentwicklung des Informatikstudiums an den Hochschulen in Deutschland (WIS) sowie der Länderaktivitäten jetzt schon positive Auswirkungen auf die Ausbildungskapazitäten, -bedingungen und -qualität. Mit diesem gemeinsamen Bund-Länder-Programm und den Länderaktivitäten kann deshalb die dringend benötigte erhebliche Ausweitung der Zahl an Informatik-Absolventen schon bald erreicht werden.

3. Die Bundesregierung ist sich der Herausforderungen für die **Pharmaforschung** in Deutschland bewusst, die aus dem zunehmenden Einfluss der Biotechnologie resultiert. Daher hat sie in der Forschungsförderung Schwerpunkte bei Biotechnologie und Gesundheit gesetzt. Im Bereich der Biotechnologie stehen seit 1998 etwa 30,4 % zusätzliche Mittel zur Verfügung, bei Gesundheit und Medizin 12,9 %, bei der molekularen Medizin 47,8 %. Zusätzlich fördert sie mit 350 Mio. DM auf drei Jahre ein „nationales Genomforschungsnetz“ aus UMTS-Mitteln. Mit Maßnahmen wie BioChance oder BioProfile hat die Bundesregierung zudem Instrumente entwickelt, die der neuen Arbeitsteilung in der Forschung zwischen Wissenschaft, kleinen Biotechnologie-Unternehmen und großen Pharmakonzernen Rechnung tragen.

4. Im Wissens- und Technologietransfer bestehen in Deutschland nach wie vor erhebliche Chancen und ungenutzte Potenziale. Daher hat die Bundesregierung ein **Aktionsprogramm „Wissen schafft Märkte“** aufgelegt, um künftig wissenschaftliche Forschungsergebnisse schneller und zahlreicher den Weg zum Markt finden zu lassen. Das Aktionsprogramm ist das seit langem umfassendste und kompakteste Programm auf diesem Gebiet. Es enthält Maßnahmen in insgesamt 26 Handlungsfeldern, die an ganz unterschiedlichen Seiten des Wissens- und Technologietranfer ansetzen. Dazu gehören Maßnahmen zur effizienteren wirtschaftlichen Verwertung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse, zur Mobilisierung von Unternehmensausgründungen durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, zur Stärkung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft in Forschung und Verwertung und zur Verbesserung der Innovationskompetenz vor allem kleiner und mittlerer Unternehmen.

5. Trotz erheblicher Fortschritte im Aufholprozess bedürfen die **neuen Länder** nach wie vor erheblicher Unterstützung im Aufbau einer leistungsfähigen Forschungs- und Innovationslandschaft. Die Bundesregierung stellt daher auch in diesem Jahr mehr als 3 Mrd. DM jährlich für Bildung und Forschung (Einzelplan 30) und rund 500 Mio. DM für Innovationen in mittelständischen Unternehmen (Einzelplan 09) in den neuen Ländern zur Verfügung. Mit der BMBF-Förderinitiative „InnoRegio“ unterstützt sie den Auf- und Ausbau von regionalen Netzwerken in Bildung, Forschung und Wirtschaft. Der InnoRegio-Wettbewerb hat große Innovationspotenziale deutlich gemacht. Die BMBF-Initiative „Interregionale Allianzen für die Märkte von morgen“ greift diese Potenziale auf. Mit der neuen Maßnahme „Innovative regionale Wachstumskerne“ will die Bundesregierung die Bündelung von Kompetenzen fördern und die Chancen für die wirtschaftliche Nutzung von Innovationen in den neuen Ländern stärken.

Das Wichtigste in Kürze

Hintergrund und Aufgabenstellung des Berichts

Im Kontext der „New Economy“ wurde in den letzten Jahren die Bedeutung neuer Technologien für die ökonomische Entwicklung deutlich sichtbar. Die Fokussierung auf die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) führt aber leicht zu einer Verkürzung der Diskussion. Der vorliegende Bericht analysiert daher den Stand und die Perspektiven der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands vor dem Hintergrund einer breiten Palette an Indikatoren. Denn die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften lässt sich nicht an einem einzelnen Indikator oder einer einzelnen Technologie festmachen. Der Bericht knüpft an die bereits in den letzten Jahren vorgelegten Analysen zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands an. Er kann daher bewusst Akzente setzen und Themen ausklammern, die in den letzten Jahren analysiert wurden, gleichwohl aber nichts an Aktualität verloren haben.

Die Komplexität der Zusammenhänge stark vergröbernd, kann das folgende Fazit gezogen werden: Die deutsche Wirtschaft befindet sich in einem günstigen weltwirtschaftlichem Umfeld. Eine Reihe von Schwächen im Bereich der Zukunftsvorsorge treten daher weniger offen zutage als dies noch in der Mitte der 90er-Jahre der Fall war. Trotz einer Reihe positiver Entwicklungen steht die nachhaltige Festigung der Innovationskraft der deutschen Wirtschaft im weltweiten Technologiewettbewerb noch aus. Deutschland hat noch nicht wieder die Position der ersten Hälfte der 80er-Jahre erreicht. Insbesondere bei den Faktoren, deren ökonomische Wirkungen sich erst mittel- und langfristig einstellen, ist noch kein eindeutiger Aufwärtstrend identifizierbar. Es ist hier auf die bestehenden Schwächen im Bildungswesen hinzuweisen, die erhebliche „Nachwuchsprobleme“ mit sich bringen. Die derzeitigen Probleme auf dem deutschen Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte sind ein Vorbote der strukturellen Engpassfaktoren, die in Deutschland künftig die Einkommens- und Beschäftigungsentwicklung begrenzen könnten. Es gilt den Elan des aktuellen Aufschwungs für die **Intensivierung der Zukunftsinvestitionen** zu nutzen.

Das positive Bild der Entwicklung am aktuellen Rand wird in mehrfacher Weise durch den Automobilbau geprägt. Mit der zunehmenden Konzentration auf das Innovationssystem „Automobil“ hat Deutschland angesichts der zyklischen Entwicklung in dieser Branche einen riskanten Weg eingeschlagen. Eine Verbreiterung der Innovationsanstrengungen ist unerlässlich, damit nicht die nächste Wirtschaftskrise die noch nicht überwundenen Schwächen schonungslos offen legt.

Es besteht noch ein gewaltiger Strukturwandelbedarf, vor allem in Richtung junger, anspruchsvoller Spitzentechnologien. Die bereits in der letztjährigen „Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit 1999“ konstatierte Notwendigkeit zur schrittweisen Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems in eben diese Richtung ist durch die aktuelle Berichterstattung 2000 bestärkt worden. Auf etlichen politischen Handlungsfeldern hat es deutliche Schritte in die richtige Richtung gegeben. Angesichts der Langfristigkeit der Aufgabe sind naturgemäß noch etliche politische Signale entsprechend zu setzen. Die Autoren verweisen ausdrücklich auf die in der Berichterstattung 1999 dargelegte Politikkonzeption zur Reform des deutschen Innovationssystems. Im Grundsatz hat sie nach wie vor Gültigkeit.

Befunde zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Ausweitung der FuE-Aktivitäten

– Die **FuE-Aktivitäten der Wirtschaft** haben in den letzten Jahren wieder zugenommen. Zwischen **1997 und 1999** wurden die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft um 16 % erhöht. Auch für das Jahr **2000** ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen, die allerdings nicht ganz die Dynamik der Vorjahre erreichen und voraussichtlich bei 5 % liegen wird. Mit diesen Steigerungen gelang es, die Position Deutschlands im internationalen Vergleich mit den beiden wichtigsten Konkurrenten am Weltmarkt für FuE-intensive Güter – USA und Japan – zu stabilisieren.

– Die FuE-Intensität Deutschlands nimmt seit 1996 wieder zu. 1999 hat sich der Anstieg etwas beschleunigt. Die FuE-Intensität liegt aktuell oberhalb von 2,4 % – ein Wert, der letztmalig 1992 überschritten worden war.

– An der **Position Deutschlands unter den FuE-intensivsten Länder hat sich damit aber kaum etwas verändert.** Schweden weist – mit einigem Abstand – den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt auf. Auch Finnland, Japan, die USA, die Schweiz und Korea liegen noch vor Deutschland.

– Weltweit betrachtet verschieben sich die **regionalen Gewichte.** Konnte in den 70er- und 80er-Jahren eine Gewichtsverlagerung in den europäischen, vor allem jedoch in den asiatischen Raum (Japan) festgestellt werden, so erleben die 90er-Jahre ein „come back“ der USA sowie eine energische Forcierung der FuE-Tätigkeit in den nordeuropäischen und in anderen entwickelten asiatischen Ländern.

– Seit Mitte der 90er-Jahre **steigt die FuE-Intensität weltweit** wieder an. Deutschland hat mit leichter Verzögerung diese Entwicklung nachvollzogen. In Frankreich, Großbritannien, Italien und den Niederlanden ist allerdings seit Jahren keine weitere FuE-Intensivierung festzustellen.

– Das FuE-Verhalten der Unternehmen ist in den 90er-Jahren deutlich **stärker dem kurzfristigen Zyklus** unterworfen. Industrielle FuE wird zunehmend unter dem Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung bewertet. Der allgemeine Trend zur FuE-Intensivierung hatte in den 70er- und 80er-Jahren die kurzfristigen Einflüsse deutlich überdeckt. Der **sektorale Strukturwandel** hin zum weniger FuE-intensiven Dienstleistungssektor, das abgeschwächte Wachstum und hohe Realzinsen waren wesentliche Gründe für die weltweit zurückgehenden FuE-Intensitäten.

– Die **staatliche Finanzierung** von Forschung und Entwicklung hat in den 90er-Jahren bei den öffentlichen Ausgaben der meisten Länder an Gewicht verloren. In Deutschland ist der Anteil der FuE-Ausgaben an den staatlichen Gesamtausgaben von 3,5 % 1990 (nur alte Länder) auf 2,6 % (1998) zurückgefallen.

Anhaltender Anstieg der weltmarktrelevanten Patentanmeldungen

– Auch am aktuellen Rand hat die seit 1994 **anhaltende Dynamik bei weltmarktrelevanten Patenten** (Triadepatente) – das sind Erfindungen, die in Europa, USA und Japan zum Patent angemeldet wurden – eine Fortsetzung gefunden. Die strategische Bedeutung von Patenten im Technologiewettbewerb hat weiter zugenommen. Europa hat in der Einschätzung der Technologieanbieter als Absatzmarkt erheblich an Bedeutung gewonnen.

– Die Anzahl der aus **Deutschland** stammenden Triadepatente hat sich im Lauf der 90er-Jahre um gut ein Drittel erhöht. Seit 1993 verläuft dabei die Entwicklung in den USA und in Deutschland nahezu parallel. Deutlich stärkere Zuwächse können dagegen Schweden und Kanada verzeichnen. Dies ist auf die hohe Patentdynamik der Kommunikationstechnik zurückzuführen.

– Deutschland weist etwa die gleiche **„Triadepatentintensität“** auf wie die USA. Japan und die stärker auf einzelne Technologiegebiete mit hoher internationaler Patentdynamik (insbesondere Pharma und Telekommunikation) spezialisierten Volkswirtschaften Schweden, Schweiz und Finnland rangieren davor.

– In den deutschen Patentanmeldungen kommt wie bei FuE und im Außenhandel zum Ausdruck, dass das Innovationsgeschehen nicht auf „Spitzentechnologien“ spezialisiert ist. Deutschlands Stärken liegen in Sektoren, in denen anspruchsvolle, aber nicht übermäßig aufwendige FuE dominiert („Hochwertige Technik“).

Innovationsaktivitäten mit kontinuierlichem Aufwärtstrend

– Der im Aufschwung seit einigen Jahren zu beobachtende Trend zur Verbreiterung der Innovationstätigkeit in der Industrie hat sich fortgesetzt. Inzwischen melden zwei von drei Industrieunternehmen, dass sie in den jeweils drei zurückliegenden Jahren **Produkt- oder Prozessinnovationen** durchgeführt haben. Damit liegt Deutschland in Europa mit an der Spitze. Gemessen am Umsatz liegen die Innovationsaufwendungen der Industrie jedoch noch niedriger als zu Beginn der 90er-Jahre.

– Der Anteil der Unternehmen, die mit **Marktneuheiten** den Erfolg suchen, ist im Jahr 1999 ebenso deutlich gestiegen wie der Umsatz mit Produkt- und Marktneuheiten.

– Auch die Innovationstätigkeit im Dienstleistungssektor hat sich weiter verbessert. Insbesondere in den unternehmensnahen und technologieorientierten Dienstleistungssektoren haben die Unternehmen ihre **Innovationsausgaben** deutlich erhöht.

Auslandsmarkt bleibt die treibende Kraft für die FuE-intensiven Industrie

– Der Auslandsmarkt bleibt die treibende Kraft für die wirtschaftliche Dynamik FuE-intensiver Industriezweige. Fast **drei Viertel des Umsatzzuwachses** erzielten sie im Ausland. Auf die Auslandsmärkte entfallen im Jahr 2000 bereits 54 % des Umsatzes FuE-intensiver Industrien. Noch 1995 lag diese Quote bei 45 %. Die Abwertung der D-Mark bzw. des EURO hat wesentlich zur Stimulierung des Auslandsgeschäfts beigetragen.

– Wirtschaftszweige der **Spitzentechnik** stehen beim Exportwachstum (durchschnittlich 16 % seit 1995) an der Spitze. Die Exportdynamik der **hochwertigen Technik** ist mit durchschnittlich ca. 5 bis 6 % seit 1995 deutlich geringer, obwohl dort die Abwertung aufgrund des intensiven internationalen Preiswettbewerbs für sich genommen stärker zur Verbesserung der Wettbewerbsposition beigetragen haben dürfte.

– Trotz dieser enormen Steigerungen ist der **Anteil** Deutschlands bei den weltweiten Exporten FuE-intensiver Güter in den letzten Jahren zurückgegangen, während die USA weiter deutlich zulegen konnte.

– Im Außenhandel ist Deutschland nach wie vor auf forschungsintensive Industrien spezialisiert. Die **Spezialisierungsvorteile** nehmen langfristig betrachtet deutlich ab.

Permanenter Industriestrukturwandel zugunsten FuE-intensiver Industriezweige

– **Hohe Produktivitätssteigerungen** trugen dazu bei, dass die FuE-intensiven Wirtschaftszweige ihre preisliche Wettbewerbsfähigkeit entscheidend verbessern konnten. Im Sog der hohen Auslandsnachfrage konnte der FuE-intensive Sektor – selbst im Vergleich zum Aufschwung der 80er-Jahre – hohe Produktionssteigerungen verbuchen.

– FuE-intensive Industrien entwickeln sich besser als die nicht-FuE-intensiven Industrien, die faktisch stagnieren. Dies wird an der **Investitionstätigkeit** besonders deutlich. Aber auch im FuE-intensiven Sektor

wurde erst im Jahr 2000 das Investitionsniveau des Jahres 1991 erreicht. Im Jahr 2001 wird sich diese Entwicklung fortsetzen. Insgesamt verläuft sein Wachstumspfad in den 90er-Jahren jedoch sehr viel flacher.

– Es ist nahezu ausschließlich auf den Automobilbau zurückzuführen, dass der FuE-intensive Sektor kurzfristig wieder einen **geringen Beschäftigungszuwachs** aufweist. Die Beschäftigungsbilanz des FuE-intensiven Sektors in den 90er-Jahren ist jedoch im Gegensatz zu den 80er-Jahren negativ.

– Die **nicht-FuE-intensiven Industrien** sind weiter auf dem **Rückzug.** Die Beschäftigung schrumpft, der leichte Aufschwung der Investitionstätigkeit am Ende der 90er-Jahre ist schon wieder vorüber und die Produktion wird nur wenig ausgeweitet.

Zunehmende Neugründungsdynamik im Dienstleistungssektor

– Die Neugründungsdynamik verlagert sich zunehmend auf den Dienstleistungsbereich. 1999 hat die Anzahl der Unternehmensneugründungen im technologieorientierten Dienstleistungsbereich – angetrieben vor allem durch die Neugründungen in den IuK-Dienstleistungssektoren – **sprunghaft zugenommen.**

– In der Industrie gehen dagegen die Neugründungszahlen sogar zurück. Selbst in der Spitzentechnik lässt in den letzten Jahren die Dynamik zu wünschen übrig. In anderen Industriebereichen setzt sich der Rückgang der Zahl der Unternehmensgründungen weiter fort.

Der doppelte Strukturwandel: intersektoral zum Dienstleistungssektor, intrasektoral zu den FuE- und wissensintensiven Branchen

– Nicht die Industrie, sondern wissensintensive Dienstleistungen sind nunmehr die Motoren der Beschäftigungsentwicklung. Die stärkste **Beschäftigungsdynamik** entfalten IuK-Dienstleistungen, Medienwirtschaft und die Werbebranche.

– Wertschöpfung und Beschäftigung entfallen immer mehr auf den **Dienstleistungssektor.** Rund drei Viertel des Einkommenszuwachses der so genannten Industrieländer resultieren aus seinem Wachstum. Die Interaktionen zwischen den Sektoren nehmen hierbei zu. So beziehen in Deutschland rund 40 % der innovativen Unternehmen der industriellen Spitzentechnik wichtige Innovationsimpulse von ihren Kunden aus dem Dienstleistungsbereich. Vor allem der Lieferverbund zwischen Industrie und Dienstleistungen beschleunigt die Expansion des Dienstleistungssektors.

– Im Industrie- wie im Dienstleistungssektor verschieben sich die Gewichte jeweils zugunsten der **wissensintensiven Branchen,** hier wachsen Beschäftigung und Wertschöpfung deutlich schneller als im Durchschnitt der Sektoren. Dieser Struktureffekt beschleunigt die „Wissensintensivierung der Wirtschaft“.

Deutschlands Position im internationalen Qualifikationsvergleich verschlechtert

Infolge dieser Wissensintensivierung kommt den Qualifikationsniveaus der Erwerbspersonen eine steigende Bedeutung zu. Wissen und Qualifikationen in einer Volkswirtschaft determinieren ganz wesentlich ihre Entwicklungsmöglichkeiten und ihre internationale Wettbewerbsposition.

– Der Vorsprung Deutschlands im Sekundarbereich schmilzt, da mittlerweile in einer **Vielzahl von Ländern mehr als 80 % der Bevölkerung zumindest einen Sekundarstufe-II-Abschluss aufweisen.**

– Eng verbunden mit der Wissensintensivierung der Wirtschaft ist die zunehmende Bedeutung der **tertiären, namentlich der Hochschulausbildung.** Deutschland nimmt hier keine Spitzenposition ein und droht weiter zurückzufallen: Ist Deutschland gemessen am Anteil von Personen mit einem Tertiärabschluss an der Bevölkerung im internationalen Vergleich bei den älteren Jahrgängen (55 bis 64 Jahre) noch an fünfter Position, so ist es bei der jungen Bevölkerung (25 bis 34 Jahre) auf den 21. Rang zurückgefallen. Eine Verbesserung ist nicht in Sicht: In Deutschland beginnen nur rund 28 % der jungen Leute ein Hochschulstudium, während es im OECD-Durchschnitt etwa 40 % sind.

Staatliche und private Investitionen in Ausbildung

Für die langfristige Erhaltung der technologischen Leistungsfähigkeit kommt den Investitionen für die Ausbildung eine zentrale Bedeutung zu.

– 1999 lag das gesamte **„Bildungsbudget“** Deutschlands bei 6,2 % des Inlandsprodukts und befand sich damit im Mittelfeld der Industriestaaten. Rund drei Viertel davon gehen auf staatliche, ein Viertel auf private Finanzierung zurück.

– Nachdem in den 80er- und 90er-Jahren die **öffentlichen „Bildungsinvestitionen“** tendenziell nachließen und sowohl innerhalb der Haushalte als auch in Relation zum Inlandsprodukt an Bedeutung verloren haben, ist in jüngster Zeit insbesondere auf der Ebene der Bundesländer eine Ausweitung der Bildungsetats zu verzeichnen. Bildung hat unter den Staatsaufgaben wieder höhere Priorität bekommen – insofern ist ein Abbremsen des Negativtrends erreicht.

– In den meisten OECD-Ländern übernimmt der **private Sektor immer mehr finanzielle Verantwortung für den Bildungsbereich.** Bedingt durch die hohe Bedeutung der dualen Ausbildung ist der Anteil privater Finanzierung in Deutschland vergleichsweise hoch (vierte Position im internationalen Vergleich). Im Zuge der „Tertiarisierung“ der Ausbildung nimmt der Anteil der Privaten an der Bildungsfinanzierung jedoch deutlich ab. Während in den angelsächsischen und den entwickelten asiatischen Ländern die privaten Mittel vornehmlich im Tertiärbereich eingesetzt werden, wird dieser in Deutschland fast ausschließlich

durch den Staat finanziert. Mit dieser Finanzierungspraxis wird der Staat bei zunehmender Bedeutung der Hochschulausbildung überfordert. Es sind mehr private Mittel zu mobilisieren.

Technologische Leistungsfähigkeit der neuen Länder

Die technologische Leistungsfähigkeit der neuen Länder hat sich in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre weiter verbessert. Allerdings verliert eine Bewertung der Gesamtheit Ostdeutschlands zunehmend an Aussagekraft. Denn es zeigen sich divergente Entwicklungen, die auf eine ausgeprägte Heterogenität zwischen den Regionen der neuen Ländern hinweisen. Im gesamtdeutschen Kontext ist der absolute Beitrag Ostdeutschlands zu den technologischen Innovationen noch sehr moderat und zeigt im Zeitablauf keine markante Veränderung.

– Erfreulicherweise ist – von einem niedrigen Niveau aus – eine **spürbare Intensivierung der europäischen Patentanmeldungen** zu verzeichnen, die der weiteren Steigerung der Exporttätigkeit ostdeutscher Unternehmen den Weg bahnen hilft. Die Einbindung der ostdeutschen Betriebe in den internationalen Handel mit einem Anteil von 3,4 % am Auslandsumsatz der forschungsintensiven Industrien ist noch ausgesprochen bescheiden.

– Das **Technologieprofil** der neuen Länder knüpft vielfach an die Stärken, aber auch Schwächen der DDR an. Selektive Neuorientierungen in einigen Hochtechnologiebereichen wie Biotechnologie, Mikroelektronik oder Oberflächentechnik sind eine wichtige Ergänzung – auch aus gesamtdeutscher Sicht.

– Im Zuge dieser „Hochtechnologieorientierung“ haben sich einige Wachstumspole entwickelt. Hier sind die **Agglomerationsräume** Leipzig, Dresden, Halle/Saale, Jena, Erfurt, Chemnitz und insbesondere der Großraum Berlin zu zählen.

– Die **Unternehmensdichte in Ostdeutschland** ist noch immer deutlich geringer als die der alten Bundesländer. In nächster Zeit ist hier keine Änderung zu erwarten, da sich die Gründungsdynamik in Ostdeutschland nach einer Phase des „Gründungsbooms“ dem Niveau der alten Bundesländer angeglichen hat. Die Anteile der Unternehmensgründungen in der Spitzentechnik, der hochwertigen Technik, in den technologieorientierten und den unternehmensnahen Dienstleistungssektoren an allen Unternehmensgründungen sind in Ostdeutschland geringer als im Westen.

Verhaltensweisen und Strukturen der technologischen Leistungsfähigkeit in Ost- und Westdeutschland haben sich insgesamt gesehen in den letzten zehn Jahren nur wenig angeglichen. Trotz der vereinzelten **Herausbildung von sektoralen oder regionalen Wachstumspolen** muss davon ausgegangen werden, dass die Divergenzen im technologischen Entwicklungsniveau zwischen den neuen und alten Bundesländern noch über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben werden.

Innovationskraft in ausgewählten Sektoren

Der deutsche Automobilbau: Der Motor der technologischen Leistungsfähigkeit

– Der Automobilbau hat seine Bedeutung für das deutsche Innovationssystem in den letzten zwanzig Jahren kontinuierlich ausgebaut. Weit über ein **Viertel der FuE-Ausgaben der Wirtschaft** entstammen diesem Sektor. Er spielt auch als Impulsgeber für technologische Neuerungen aus der Chemischen Industrie, der Elektronik und Elektrotechnik sowie der Telekommunikation eine wichtige Rolle. Intensive Interaktionen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft tragen zusätzlich zur Wettbewerbsstärke bei. Circa ein Drittel aller FuE-Aufträge der Wirtschaft an wissenschaftliche Einrichtungen kommt aus dem Automobilbau. Seine entscheidende Wettbewerbskraft bezieht der Automobilbau aus diesen vielfältigen Rückkopplungsmöglichkeiten, seiner Kompetenz zur Systemintegration und der konsequenten Ausschöpfung der Vorteile der weltweiten Arbeitsteilung in Forschung, Entwicklung, Produktion und Dienstleistung.

– Verglichen mit der Industrie insgesamt weist der deutsche Automobilbau einen **überdurchschnittlichen Grad der Internationalisierung von FuE** auf. Circa ein Fünftel der FuE-Aufwendungen der deutschen Automobilunternehmen werden im Ausland getätigt. Umgekehrt entfallen auf ausländische Unternehmen ca. 17 % der FuE-Ausgaben dieses Sektors in Deutschland.

– Die hohe Innovationskraft kommt auch in **zunehmenden Vorteilen bei der Patenttätigkeit und im Außenhandel** zum Ausdruck. Der Welthandelsanteil liegt mit ca. 20 % deutlich oberhalb des Durchschnitts der FuE-intensiven Güter insgesamt. Die Zunahme der komparativen Vorteile im Außenhandel ist bei den höherwertigen Automobilen besonders ausgeprägt.

– Mit Produktinnovationen, neuen Werkstoffen und Fertigungstechnologien nutzt die deutsche Automobilindustrie die **Vorteile Deutschlands als Lead-Market** im Automobilsektor aus.

– Die Qualifikationsstruktur des Automobilbaus ist recht heterogen: Hohen Anteilen an Beschäftigten mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung stehen viele Arbeitsplätze für Fertigungstätigkeiten mit geringen spezifischen Qualifikationsanforderungen gegenüber. Der mit zunehmender Innovationsneigung verstärkt wahrgenommene **Fachpersonalmangel** stellt aktuell allerdings ein großes Innovationshemmnis für die Automobilindustrie dar.

– **Technologische Herausforderungen** für den Automobilbau liegen vor allem im Bereich der Informationstechnik und der Berücksichtigung von Umweltschutzaspekten.

– Mit der besonderen Rolle des Automobilbau für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands verbinden sich jedoch auch **Risiken.** Ebenso wie die Ent-

wicklung des Automobilbaus in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre die Bilanz der Hochwertigen Technik zum positiven gewendet hat, kann eine Nachfrageflaute in dieser Industrie die Innovationskraft der deutschen Industrie insgesamt gefährden. Die Verbreiterung der Basis des Innovationssystems ist aus diesem Grund dringend erforderlich.

Die Pharmazeutische Industrie unter dem Einfluss der Biotechnologie

– Der Gewicht der Pharmazeutischen Industrie im FuE-Portfolio der Industrieländer hat sich in den letzten zwanzig Jahren verdoppelt. Die **pharmazeutische Industrie in Deutschland hat diese Entwicklung jedoch nicht mitvollzogen:** Entfielen 1973 noch ca. 13 % der OECD-weiten FuE-Ausgaben auf Deutschland, so hat sich dieser Anteil bis 1997 nahezu halbiert.

– Parallel zum Bedeutungsrückgang pharmazeutischer FuE in Deutschland hat sich die **USA als der führende Forschungsstandort** in der Pharmazeutik etabliert.

– Entsprechend hat die deutsche pharmazeutische Industrie **auch Anteilsverluste bei der weltweiten Patenttätigkeit und den Produktneueinführungen** zu verzeichnen. Dies gilt insbesondere für die verkaufsstärksten Neueinführungen. Der Umsatzanteil der deutschen Pharmaunternehmen bei den 50 weltweit umsatzstärksten neuen Wirkstoffen ging von ca. 12 % in der zweiten Hälfte der 80er-Jahre auf ca. 3 % zehn Jahre später zurück.

– Allerdings sind die **Vorteile im Außenhandel** keineswegs im gleichen Ausmaß zurückgegangen. Auch Deutschland ist – nicht zuletzt aufgrund des Rückenwindes der DM- bzw. Euro-Abwertung – nach wie vor die führende Exportnation in der pharmazeutischen Industrie. Bei biopharmazeutischen und pharmazeutischen Wirkstoffen ist in den 90er-Jahren eher eine Verschlechterung der relativen Außenhandelsposition zu beobachten. Zunehmende Außenhandelsvorteile ergeben sich hingegen bei Arzneimitteln.

– Steigende Kosten und das hohe FuE-Risiko sind ein Auslöser für viele Unternehmenszusammenschlüsse in der pharmazeutischen Industrie. Das hohe Ausmaß der Internationalisierung wird auch daran deutlich, dass in den meisten großen Ländern die einheimischen Unternehmen Marktanteile verlieren, während sie im Ausland Marktanteile gewinnen.

– Die **technologische Herausforderung** für die pharmazeutische Industrie liegt in der Integration der **Bio- und Gentechnologie** in die Produkt- und Prozessentwicklung. Belegt wird dies durch die stark steigende Bedeutung biotechnologisch relevanter Patentanmeldungen in der Pharmazeutik. Der Anteil der biopharmazeutischen an allen pharmazeutischen Patentanmeldungen aus Deutschland stieg von ca. 25 % 1990 bis 92 auf ca. 35 % 1996 bis 1998. Auch der Anteil der biopharmazeutischen Wirkstoffe bei den Produktneueinführungen stieg von ca. 2 % am Anfang auf ca. 20 % am Ende der 90er-Jahre.

– Der **Paradigmenwechsel** in der pharmazeutischen FuE wird dazu führen, dass künftig praktisch kein neues Medikament auf den Markt kommt, das nicht in einer oder mehreren Entwicklungsphasen von biotechnologischen Erkenntnissen profitiert hat.

– Unmittelbar damit verbunden ist die Herausbildung einer **neuen Arbeitsteilung** zwischen der Wissenschaft, den großen weltweit tätigen Pharmaunternehmen und kleinen, hoch spezialisierten Biotechnologieunternehmen.

– Wissenschaft und Kleinunternehmen kommt in der Biotechnologieentwicklung immer größere Bedeutung zu. Der Anteil der großen Pharmaunternehmen an den Patentanmeldungen ist in den 90er-Jahren stark rückläufig und ist von 66 % zu Beginn auf 44 % am Ende der 90er-Jahre gesunken. Steigende Anteilsgewinne verzeichnen kleine Biotechnologieunternehmen, wissenschaftliche Einrichtungen und insbesondere die Einzelerfinder (meist Wissenschaftler).

– Der Rückstand Deutschlands in der pharmazeutischen Biotechnologie ist merklich geringer geworden. Das Funktionieren dieser neuen Arbeitsteilung ist die Voraussetzung für die zukünftige technologische Leistungsfähigkeit der pharmazeutischen Industrie.

Informations- und Kommunikationstechnik

Die IKT haben sich spätestens in den 90er-Jahren als die treibende Kraft für Wachstum und strukturellen Wandel herausgebildet.

– **Forschung und Entwicklung** im Bereich der IKT-Hardware gehört nicht (mehr) zu den besonderen Stärken Deutschlands. Auf Deutschland entfallen weniger als 5 % der weltweiten FuE-Aufwendungen in der IT-Hardware und knapp 8 % in der Nachrichtentechnik. Im Durchschnitt der Industrie beträgt dieser Anteil immerhin 10 %.

– In Teilbereichen der IKT-Erfindungstätigkeit deutet sich aber in den letzten Jahren eine **Verbesserung** an; von einer Trendwende zu sprechen, wäre aber noch verfrüht. Ausgehend von einem niedrigen Niveau nimmt die Patentaktivität in der Mobilkommunikation und im Internetbereich in Deutschland schneller als im Welttrend zu. Dies kann als Aufholprozess interpretiert werden. Allerdings ist der Anteil Deutschlands in diesen Feldern geringer als an der Patenttätigkeit insgesamt.

– **Wohlfahrtszuwächse** resultieren zunehmend aus der IKT-Anwendung. Trotz einer hohen Dynamik in der Ausbreitung moderner Kommunikationstechnologien in den letzten Jahren hinkt Deutschland insbesondere beim Einsatz von Informationstechnik den führenden Ländern (USA, Finnland, Schweden) nach wie vor

hinterher. Gemessen am Inlandsprodukt wird in diesen Ländern deutlich mehr in IKT investiert.

– Inzwischen verfügt auch die überwiegende Mehrheit der kleinen und mittleren Unternehmen über Internetanschlüsse. Der Rückstand zu den USA oder Finnland hinsichtlich der Anschlussdichte der KMUs konnte weitgehend abgebaut werden.

– Entwickelt werden muss die IKT-**Anwendungskompetenz,** denn im Hinblick auf die Nutzung der Möglichkeiten neuer Anwendungen stehen Wirtschaft, Staat und private Haushalte erst am Anfang. Auch hinsichtlich der Ausnutzung der technologischen Möglichkeiten zur Umgestaltung der Geschäftsprozesse besteht ein Nachholbedarf.

– Innovations- und Wirtschaftspolitik müssen für eine Weiterentwicklung des **regulatorischen Rahmenwerks** sorgen, das der IKT-Diffusion förderlich ist. Dies gilt insbesondere für die Stimulierung des Wettbewerbs auf der „letzten Meile“ und damit für weitere Preissenkungen im Zugang zum Internet.

– Deutschland verfügt über eine im internationalen Vergleich **ausgezeichnete Infrastruktur** in der Kommunikationstechnik, die als eine zentrale Voraussetzung für ein weiteres schnelles Wachstum des IKT-Einsatzes angesehen werden kann. Diese ist auch weiterhin zügig auszubauen, denn der exponentielle Fortschritt der Prozessortechnik stellt ständig neue Herausforderungen an diese Infrastruktur.

– Die Stärke des deutschen Innovationssystem liegt weniger in der Entwicklung grundlegend neuer IKT als in der intelligenten Anwendung und Ausnutzung der mit IKT verbundenen Innovationsmöglichkeiten in anderen Technologiefeldern. Maßnahmen zur Stärkung der Innovationskraft der deutschen Wirtschaft sollten daher insbesondere an den Schnittstellen zwischen dem Innovationspotenzial in der IKT und traditionell in Deutschland starken Technologiebereichen (bspw. Automobil, Bioinformatik usw.) ansetzen.

Der Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte

Die Wissens- und Akademikerintensivierung der deutschen Wirtschaft sowie die zunehmende Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnologie führen zu einem Anstieg des Bedarfs der Unternehmen an technisch-naturwissenschaftlich ausgebildeten Hochqualifizierten und insbesondere nach qualifizierten Fachkräften für den Bereich IKT.

Der Bedarf an Fachkräften

– Der in der Industrie und im Dienstleistungssektor wahrgenommene Fachkräftemangel hat deutlich zugenommen. Die Unternehmen werden dadurch zunehmend in ihren Innovationsaktivitäten beeinträchtigt.

– Für einen nennenswerten Teil der im ersten Halbjahr 2000 von den Unternehmen zu besetzenden Stellen für Akademiker konnten keine Bewerber gefunden werden. Im Produzierenden Gewerbe und im Dienstleistungsbereich blieben **rund ein Viertel der offerierten Stellen unbesetzt.** Prekärer erwies sich die Situation in den FuE-intensiven und wissensintensiven Branchen hinsichtlich der technisch-naturwissenschaftlichen Akademiker: Von den Stellen für diese Qualifikationen waren im FuE-intensiven Industriebereich 40 % und bei den FuE-intensiven Dienstleistern 50 % nicht zu besetzen. Die Knappheit und damit die Verteuerung von technisch-naturwissenschaftlichen Akademikern stellt auch für den Wissenschaftsbereich und die Schulen zunehmend ein Problem dar.

– Eine ganz **besondere Bedeutung als Engpassfaktor kommt den IKT-Fachkräften** zu. Diese sind nicht nur für die eigentlichen IKT-Branchen von Bedeutung, sondern im Prinzip für die gesamte Wirtschaft, die auf die Nutzung und Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen ist. Für IKT-Funktionen waren in der ersten Hälfte des Jahres 2000 rund 93 000 Stellen nicht zu besetzen, etwa 74 000 von diesen waren für Hochschulabsolventen vorgesehen. Die allermeisten (80 %) dieser Stellen resultierten aus einem echten Neubedarf. Am stärksten von der Knappheit betroffen sind die Anwenderbranchen Banken/Versicherungen, Großhandel, die technischen und sonstigen unternehmensnahen Dienstleister sowie das Verarbeitende Gewerbe. In den nächsten drei Jahren ist mit einem weiteren deutlichen Anstieg des gesamtwirtschaftlichen Bedarfs an IKT-Personal zu rechnen.

– Nach einem **Absinken der Absolventenzahlen der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge** in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre ist von einer Stabilisierung der Absolventenzahlen bis 2005 auf dem Niveau Ende der 90er auszugehen. In der Chemie nimmt die Zahl der Absolventen nach dem dramatischen Rückgang Ende der 90er bis 2005 wieder leicht zu. Im gesamten Informatikbereich ist ab 2003 mit deutlichen Steigerungsraten zu rechnen, 2004 werden sich die Zahlen von 1999 etwa verdoppelt haben, bis 2005 fast verdreifacht.

– Dem fehlenden Bedarf von rund 74 000 Akademikern im Jahr 2000 steht dann eine über den Zeitraum 2000 bis 2005 kumulierte Zahl von Informatik-Absolventen in Höhe von etwa 58 000 gegenüber.

– Die Unternehmen reagieren auf die Situation am Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte auf vielfältige Weise. Viele Unternehmen verstärken ihre Aus- und Weiterbildungsanstrengungen, passen aber auch unter dem Eindruck des im IKT-Bereich leer gefegten Arbeitsmarkts ihre Anforderungen an Bewerber an. Kurzfristig kommen die Firmen aber am verstärkten Einsatz von Überstunden und insbesondere im Dienstleistungsbereich auch an der Ablehnung von Aufträgen nicht vorbei.

– Die Reagibilität der Studienanfänger auf neue Arbeitsmarktsignale ist relativ begrenzt und wirkt sich

nur sehr langfristig auf die Absolventenzahlen aus. Nach dem Studium weisen die Zahlen auf einen hohen Mobilitätsgrad deutscher Hochschulabsolventen hin, sodass nicht davon auszugehen ist, dass ein ausgeprägtes räumliches Auseinanderklaffen von Angebot und Nachfrage vorliegt.

Humanressourcen nutzen

Die zunehmende Knappheit von hoch qualifizierten Fachkräften stellt eine bedeutende Herausforderung für eine innovationsorientierte Politik dar. Um ihr zu begegnen, sollte parallel auf zwei Ebenen angesetzt werden:

– Um **langfristig** zu einer Steigerung der Absolventenzahlen zu kommen, muss sich das Studierverhalten verändern. Dazu müssen die richtigen Rahmenbedingungen gesetzt werden. Ein weiterhin zügiges Voranschreiten bei der Einführung von zweistufigen Studiengängen nach internationalem Standard lässt gerade in den technisch-naturwissenschaftlichen Fächern höhere Studentenzahlen erwarten. Denn die Zeiträume bis zur Rentabilität der Investitionsentscheidung in Ausbildung verkürzen sich wesentlich. Die Zahl der Abbrecher wird sinken, weil ein qualifizierter Abschluss eine attraktive Ausstiegsoption bietet. Der Studierstandort Deutschland wird für ausländische Studienberechtigte deutlich attraktiver. Daneben müssen eine offensive Bildungswerbung und weitere flankierende Maßnahmen die technischen und naturwissenschaftlichen Studiengänge attraktiver machen und gezielt das für diese Bereiche ungenutzte Potenzial der Studentinnen ansprechen. Die jüngste Entwicklung im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien zeigt, dass die offensive Behandlung dieser Problematik durch die Politik durchaus Einfluss auf die Berufsentscheidungen ausüben kann.

– **Kurzfristig** muss die Politik auf die Unterstützung von Weitbildungsmaßnahmen durch die Unternehmen und auf eine Integration der Hochschulen in ein Qualifizierungskonzept zielen. Eine noch so erfolgreiche Weiterbildungsoffensive kann aber den aktuellen Bedarf nicht befriedigen. Daher sind die Bedingungen zur Nutzung des internationalen Angebots der in Deutschland fehlenden Qualifikationen weiter zu verbessern. Arbeitserlaubnisse für ausländische Absolventen deutscher Hochschulen, eine Ausweitung der „Green-Card“-Regelung auch auf andere Bereiche und Steigerung ihrer Attraktivität durch eine Modifizierung der Befristung, der Angehörigenzuzugsregelungen sowie eine Senkung der Einkommensgrenze wären hier richtige Schritte.

Wissens- und Technologietransfer

Unter den Bedingungen einer wissens- und technologiebasierten Wirtschaft kommt der Interaktion von Unternehmen und Wissenschaftssektor eine besondere Bedeutung zu. Ziel muss es sein, zum einen die technologische Basis kontinuierlich auf hohem Niveau weiterzuentwickeln und zum anderen die Bedingungen zur anwendungsbezogenen Nutzung der Erkenntnisse und Möglichkeiten dieser Basis effizienter zu gestalten.

Stärken und Schwächen im Transferprozess

Das Spektrum der für die Wirtschaft relevanten Forschungs- und Ausbildungsaktivitäten der öffentlichen Forschungseinrichtungen hat sich verbreitert.

– Die **Leistungsfähigkeit** der wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland ist hoch einzuschätzen und hat sich im letzten Jahrzehnt auch im internationalen Maßstab verbessert.

– **Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen** bilden daher für viele Unternehmen eine wichtige Informationsquelle für Innovationsaktivitäten. Die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Hochschulen ist in Deutschland intensiver geworden.

– Die Wirtschaft hat sich in den letzten Jahren zunehmend des Know-hows wissenschaftlicher Einrichtungen bedient. Die **Ausgaben der Unternehmen für FuE-Aufträge an wissenschaftliche Einrichtungen** stiegen deutlich schneller als die internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen, allerdings langsamer als die für FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen.

– Aufseiten der wissenschaftlichen Einrichtungen zeigt sich ein **zunehmendes Interesse an der wirtschaftlichen Verwertung** von Forschungsergebnissen: Die Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen steigen. Inzwischen fallen 7 bis 8 % der Patentanmeldungen aus Deutschland auf die Wissenschaft. Damit hat sich ihr Anteil in den letzten zwanzig Jahren verdoppelt.

Wissenschaftliche Ergebnisse besser nutzen

Damit ergeben sich potenziell vielfältige Anknüpfungspunkte zur Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers – allerdings auch noch eine Reihe von Hemmnissen, die es abzubauen gilt.

– Deutschland verfügt über eine vielfältige Landschaft an Einrichtungen zur Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers. Die **Effizienz vieler dieser Einrichtungen** wird jedoch durch ein zu breites Aufgabenspektrum, mangelnde Kooperation untereinander und Kompetenzdefizite beeinträchtigt. Insgesamt ist die Funktionalität des existierenden Systems der Intermediäre beim Wissens- und Technologietransfer kritisch zu beurteilen.

– Essenzielle Voraussetzung für das Funktionieren des Transfers von Technologien oder Wissen ist eine entsprechende **Absorptionsfähigkeit** der Unternehmen. Insbesondere für KMU sind hier Defizite zu identifizieren, die durch eine erhöhte Teilhabe dieser Unternehmensgruppe an FuE und eine Verbesserung der Innovations(management)kompetenz gemindert werden können. Hilfreich sind dabei politische Maßnahmen, die FuE-Aktivitäten kleiner Unternehmen in der

Breite unterstützen, und bessere Partizipationsmöglichkeiten für KMU an Programmen der direkten Projektförderung.

– Der Transfer muss zu den originären Aufgaben von Wissenschaftlern in öffentlichen Forschungseinrichtungen gehören. Sowohl für die Institutionen als auch für die einzelnen Forscher müssen die **Anreize** entsprechend gesetzt werden. Dienstrecht, Evaluationskriterien, und die Anpassung der rechtlichen Gegebenheiten an die Erfordernisse verstärkter Personenmobilität zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind hier die Stichworte.

– Die Transferinfrastruktur sollte durch eine Internetplattform ergänzt werden, die zu Forschungsprojekten, Kompetenzen, Technologien sowie Verwertungsangeboten des gesamten öffentlichen Forschungsbereichs führt. Die Transferstellen an den Institutionen müssen auf die Kernkompetenzen Dienstleistungen für KMU und direkte Kontaktvermittlung konzentriert werden.

1. Einleitung und Überblick

Bis weit in die 80er-Jahre hinein war eine deutliche Konvergenz der Wachstumsraten und der Entwicklung der Produktivität zwischen den OECD-Ländern festzustellen, die auf eine einheitliche Wirtschaftsentwicklung hinzudeuten schien. Für die 90er-Jahre allerdings gilt diese Vermutung nicht mehr. Diese Dekade scheint eher geprägt zu sein von einer divergierenden ökonomischen Entwicklung der entwickelten Volkswirtschaften, die sich in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre noch beschleunigt hat.

Eine Beschleunigung der Wachstumsraten war in Schweden, Finnland, den Niederlanden und – weit voran – in den USA zu verzeichnen. Von deutlich schwächerem Wachstum war dagegen die ökonomische Entwicklung in den großen europäischen Volkswirtschaften und insbesondere in Deutschland geprägt.

Der Wechsel der Entwicklungsmuster zwischen den 80ern und den 90ern kann, einem sehr einfachen Erklärungsmuster folgend, darauf zurückgeführt werden, dass die Innovationssysteme der einzelnen Länder in sehr divergierender Weise auf die Chancen und die Herausforderungen der technologischen Umwälzungen reagierten, die mit der „informationstechnischen Revolution“ einhergingen. In den großen europäischen Ländern – so wird konstatiert – haben die Innovationssysteme nur eine sehr geringe Fähigkeit, die ökonomischen und technologischen Möglichkeiten dieser neuen Technologien rasch zu nutzen. Diese Länder sind zu sehr in der „Old Economy“ verhaftet. Die Länder mit schnell wachsenden Ökonomien dagegen verdanken diese Wachstumsschübe der Tatsache, dass sie den Weg in die Informationsgesellschaft ohne Umwege vollzogen haben. In ihren Ländern kommen die Potenziale der „New Economy“ voll zum Tragen, da sich ihre Innovationssysteme flexibel umorientiert haben.

Nun haben einfache Erklärungen zwar oft den Charme, dass sie auch einfache Lösungen für vielschichtige Probleme anbieten, sie sind allerdings für die Erklärung der Entwicklungen von komplexen interdependenten Innovationssystemen eher weniger geeignet. Mit dem hier vorliegenden Bericht soll dieser einseitig-vereinfachende Weg nicht beschritten werden, der Stand und die Perspektiven der Leistungsfähigkeit Deutschlands werden auf der Basis einer breiten Palette an Indikatoren diskutiert und bewertet. Hierbei sind die vorhandenen Gegebenheiten und komparativen Vorteile genauso ins Kalkül zu ziehen wie die notwendigen Erweiterungen durch die Wissens- und Informationsgesellschaft.

Die technologische Leistungsfähigkeit ändert sich nicht im Jahresrhythmus, vielmehr werden die Auswirkungen von schleichenden Veränderungen der technologischen Leistungsfähigkeit auf die gesamtwirtschaftlichen Ziele Wachstum, Einkommen und Beschäftigung erst mittel- und langfristig sichtbar. Dementsprechend ist bei der Betrachtung eine langfristige Perspektive und ein breit angelegter Untersuchungsansatz geboten. Dieser Herausforderung stellt sich der Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit.

Der diesjährige zusammenfassende Bericht gliedert sich in neun Kapitel. **In Kapitel 2** werden die **innovationspolitischen Implikationen** des vorliegenden Befundes zur technologischen Leistungsfähigkeit dargelegt und erläutert. Dabei muss verwiesen werden auf den Vorgängerbericht, der eine breit angelegte Konzeption für die Weiterentwicklung der Innovationspolitik vorgestellt hat. Der vorliegende Bericht wählt aufbauend auf den Darstellungen im letzten Jahr ein verändertes Vorgehen und konzentriert sich auf ausgewählte Bereiche. Diese Schwerpunkte sind unmittelbar verknüpft mit den Vertiefungsstudien der diesjährigen Runde der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Die in diesem Sinne als wichtig angesehenen politischen Handlungsoptionen stehen am Anfang der Berichterstattung, damit sie die Aufmerksamkeit bei der Lektüre der Befunde jeweils auf deren Bedeutsamkeit für politisches Handeln lenken. Auch die Auswahl der Empfehlungen ist dabei selektiv. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, denn eine umfassende Darstellung aller von den Befunden tangierten Handlungsbereiche würde weit über den Rahmen dieser Berichterstattung hinausführen.

Das **Kapitel 3** ist der **Entwicklung der Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit an deren aktuellem Rand** gewidmet. Beschrieben wird die Entwicklung zentraler Kenngrößen der technologischen Leistungsfähigkeit vor dem Hintergrund der zeitlichen Entwicklung und eines internationalen Vergleichs. Erläutert wird die jüngste Entwicklung der Patent-, FuE-, Innovations- und Investitionstätigkeit ebenso wie die Entwicklung der Weltmärkte bei FuE-intensiven Gütern und Dienstleistungen.

Das **Kapitel 4** konzentriert sich dagegen auf die **mittel- und langfristigen Trends in der technologischen Leistungsfähigkeit.** Herausgearbeitet werden die unter dieser Perspektive ins Auge stechenden Trends in den intersektoralen und intrasektoralen Entwicklungen zu einer wissensbasierten Wirtschaft in Deutschland. Die Analysen reichen dabei von der Entwicklung der FuE- und Innovationstätigkeit bis hin zu Analysen des Gründungsverhaltens und der Verschiebungen in der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten. Ein Schwerpunkt der diesjährigen Analysen wurde auf die Analyse der Investitionen in Bildung und Ausbildung unter dem spezifischen Blickwinkel der Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit gelegt.

Kapitel 5 thematisiert den **technologischen Aufholprozess in den neuen Ländern** und präsentiert Analysen zur

dortigen Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit. Für wenige Felder der Spitzentechnologie werden hier erfreuliche Entwicklungen festgestellt. Aufgrund der nach wie vor vergleichsweise geringen Größe des technologie- und wissensintensiven Sektors können diese punktuellen Erfolge das allgemeine Bild einer zum Stillstand gekommenen Konvergenz nur wenig aufhellen. Nach wie vor besteht noch ein erheblicher struktureller Aufholbedarf der neuen Länder.

Die Analyse der aktuellen Entwicklungen des **Innovationssystems ausgewählter Sektoren** steht im Mittelpunkt des **Kapitels 6.** Anknüpfend an die Analysen des vierten Kapitels, das die dominante Rolle des Automobilbaus für die Innovationskraft Deutschlands herausarbeitet, wird die technologische Leistungsfähigkeit des Automobilbaus in Deutschland untersucht. Ähnlich wie der Automobilbau war die pharmazeutische Industrie ein zentraler Sektor für die Innovationstätigkeit Deutschlands. Im Gegensatz zum Automobilbau hat Deutschland hier in den letzten zwanzig Jahren an Boden verloren. Daher wird die zunehmende Bedeutung der Biotechnologie für die Innovationstätigkeit in der pharmazeutischen Industrie schlaglichtartig beleuchtet. Die technologische Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaften wird in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre wesentlich geprägt von ihrer Entwicklungsfähigkeit in der Informationstechnik. Untersucht wird hier die Wissensgenerierung in Deutschland in drei zentralen Inventionsfeldern der „New Economy“ nämlich der Mobilkommunikation, im Internet und der Datensicherheit.

Unmittelbar verknüpft mit den Debatten um den Fachkräftemangel ist die Entwicklung im Einsatz und dem Vordringen der Informationstechnik in alle Wirtschaftszweige. Das **Kapitel 7** untersucht daher Indikatoren zur **Diffusion der Informationstechnik** in der deutschen Wirtschaft. Dabei wird festgestellt, dass im internationalen Vergleich noch ein deutlicher Aufholbedarf beim Einsatz von Informationstechnik in Deutschland besteht. Unter der Perspektive der mittelfristigen Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit ist die Stimulierung der Diffusion ein zentraler Ansatzpunkt für die Innovationspolitik.

Die Debatte um den akuten Fachkräftemangel in der Informationstechnik und den mittelfristigen Bedarf an Fachkräften vor dem Hintergrund der Entwicklung zur wissensintensiven Wirtschaft war eine der wesentlichen innovationspolitischen Kontroversen des Jahres 2000. Anknüpfend an diese Diskussionen wird in **Kapitel 8** der **Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte** untersucht. Im Zentrum stehen dabei die Mobilität der Hochqualifizierten, ökonomische Determinanten der Studienentscheidung und die Perspektiven in der Nachfrage nach hoch qualifizierten Arbeitskräften.

Die wachsende Bedeutung wissensbasierter Technologien, die Intensivierung des internationalen technologischen Wettbewerbs, die Beschleunigung von Produktlebenszyklen in einer Reihe von Technologiebereichen und die Verteuerung der modernen Forschung hat in den letzten Jahren zu neuen Herausforderungen für das Zusammenspiel von Wissenschaft und Wirtschaft geführt. In **Kapitel 9** wird die **Interaktion zwischen Wirtschaft und Wissenschaft im deutschen Innovationssystem** anhand aktueller Indikatoren beleuchtet und es wird herausgearbeitet, in welchen Feldern Anknüpfungspunkte innovationspolitischer Maßnahmen zu einer Intensivierung des Wissensflusses von öffentlicher Forschung und privaten Innovationsaktivitäten bestehen.

2. Anforderungen an die Politik in ausgewählten Bereichen

Die für Deutschland lange Zeit erfolgreiche Strategie, in anderen Volkswirtschaften entstandene grundlegende technologische Neuerungen und die daraus resultierenden Vorleistungen und Kapitalgüter kompetent aufzugreifen und systematisch verbessert in ökonomischen Erfolg umzusetzen, ist angesichts neuer Wettbewerber in den traditionellen Feldern deutscher Stärke zunehmend mit erheblichen Risiken behaftet. Dies gilt umso mehr, als die im Aggregat bemerkbaren Verbesserungen der jüngeren Vergangenheit nahezu vollständig aus dem Automobil- und Fahrzeugbau resultieren und dadurch eine risikoreiche Abhängigkeit von diesem Wirtschaftszweig entstanden ist.

Dieser grundsätzliche Befund wurde bereits im letzten Jahr im „Zusammenfassenden Endbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1999“ dargelegt und daraus die Notwendigkeit zu einer **Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems** abgeleitet. Diese Weiterentwicklung zielt darauf, das deutsche Innovationssystem dahin gehend umzubauen, dass die Erschließung neuer technologischer Entwicklungslinien und auch die deutsche Technologieführerschaft in neuen Bereichen ermöglicht wird.

Mit dem Bericht 1999 wurden von den Autoren Bausteine eines umfassenden politischen Konzepts zu eben dieser Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems dargelegt. An der Überzeugung von der Notwendigkeit einer solchen Weiterentwicklung des hiesigen Innovationssystems hat sich für die Verfasser durch die Analyse der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im Jahr 2000 nichts verändert. Sie ist nochmals gestärkt worden.

Die im Bericht 1999 aufgezeigten politischen Handlungsfelder haben nach wie vor ihre Gültigkeit. In den dort genannten Bereichen „Bildung und Ausbildung“, „unter-

nehmerische Forschung und Entwicklung“, „öffentliche Forschung und Entwicklung“ und „Dynamik im Unternehmensbereich“ hat es in etlichen Teilbereichen deutliche **Schritte in die richtige Richtung** gegeben. Die Schaffung der politischen Voraussetzungen zur Umgestaltung des nationalen Innovationssystems ist nicht binnen Jahresfrist zu schaffen, wichtige Weichenstellungen sind noch nicht vollzogen. Deshalb verweisen die Autoren an dieser Stelle ausdrücklich auf die im Bericht 1999 enthaltene Politikkonzeption und beschränken sich hier auf die punktuelle Benennung ihnen für die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen besonders wichtig erscheinender politischer Empfehlungen. Im Wesentlichen aber werden die politischen Felder erörtert, die in Zusammenhang mit den Schwerpunktthemen des diesjährigen Berichtes „Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte“, „Technologische Leistungsfähigkeit und der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien“ und „Interaktion von Wissenschaft und Wirtschaft“ stehen.

2.1 Humanressourcen optimal nutzen

Technologisches Wissen, hoch qualifizierte Ausbildung und die Anwendungskompetenz hinsichtlich der neuen Technologien werden zu immer wichtigeren Faktoren im Wirtschaftsprozess Deutschlands. Zum Tragen kommen die Fähigkeiten durch qualifizierte Menschen, die nicht nur in den Unternehmen, sondern auch in der Wissenschaft und der Ausbildung oder an anderen Stellen des Innovationssystems tätig sind. Deutschland gehört zweifelsohne zu den Ländern, die mit am besten mit „Humankapital“ ausgestattet sind. Das gilt für den durchschnittlichen Bestand an Erwerbspersonen – jedoch nicht für den Nachwuchs. Langfristig sind erhebliche Verstärkungen der Investitionen vor allem im Hochschulbereich erforderlich. Internationale Vergleiche – vor allem mit dem angelsächsischen Raum und den entwickelten asiatischen Staaten – zeigen, dass vielfach im Tertiärbereich deutlich höhere private Finanzierungsbeiträge mobilisiert werden können als in Deutschland.

Zu den wesentlichen Herausforderungen für die Politik in den **nächsten Jahren** gehört es, Bedingungen und Voraussetzungen weiter zu verbessern, die sicherstellen, dass die für ein Prosperieren der wissensbasierten Wirtschaft nötigen hoch qualifizierten Fachkräfte auch in entsprechender Zahl eingesetzt werden können. Hierin liegt eine der essenziellen Grundlagen für den zukünftigen Wohlstand, die Einkommens- und Beschäftigungsmöglichkeiten in Deutschland. Muss doch zur Sicherstellung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands auch in Zukunft der Wettbewerb um Wissen und Humankapital erfolgreich bestanden werden. Ausgehend von der gegenwärtigen Lage auf wichtigen Segmenten des Arbeitsmarktes für Hochqualifizierte, aber auch von der absehbaren Entwicklung in den nächsten Jahren, wird weiterer **dringender politischer Handlungsbedarf** festgestellt, um einer restringierend wirkenden Knappheit von Qualifikationen zu begegnen.

Fachkräftemangel dämpft die wirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten

In wichtigen Bereichen des Arbeitsmarktes für hoch qualifiziertes Fachpersonal sind **gegenwärtig Nachfrageüberschüsse** erkennbar (vgl. Kapitel 8). Dies betrifft in Ansätzen die naturwissenschaftlich ausgebildeten Akademiker (Chemiker, Physiker), stärker die ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen (mit Ausnahme der Architekten und Bauingenieure) – hier vor allem die Maschinenbau- und Elektroingenieure. In besonderem Ausmaß ist der Arbeitsmarkt für den gesamten Bereich der Informatik und der Informationstechnologien betroffen. Hier ist aufseiten der Wirtschaft der höchste nicht zu deckende Bedarf zu verzeichnen.

Mittelfristig ist davon auszugehen, dass es ohne eine Intensivierung der bisherigen Anstrengungen auf den betroffenen Arbeitsmarktsegmenten zu **keiner nennenswerten Entspannung** der Lage kommt. Die grundsätzliche Entwicklung zu einer „akademikerintensiveren“ Qualifikationsstruktur der Beschäftigung in der Wirtschaft ist ungebrochen, die besonders wissensintensiven Branchen und Sektoren haben überdurchschnittliche Beschäftigungszuwächse zu verzeichnen und die Diffusion von Informationstechnologien in alle Wirtschaftsbereiche wird sich weiter fortsetzen, sodass Fachkräfte und Spezialisten der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in allen Wirtschaftsbereichen in beachtlichen jährlichen Zuwachsraten zusätzlich gebraucht werden. Die demographische Entwicklung lässt für die erste Hälfte des laufenden Jahrzehnts keine Entspannung erwarten, sinken doch die Jahrgangsstärken im Studieneintrittsalter bis zur Mitte des Jahrzehnts deutlich und das bei gegenwärtig sehr begrenzter Zuwanderung. Insgesamt ist die Studierneigung in Deutschland im OECD-Vergleich sehr gering und zudem ist der Anteil der Studienanfänger in den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen an allen Studienanfängern eines Jahrgangs in den 90ern merklich gesunken, sodass auch nach den jüngsten Anstiegen kein befriedigendes Niveau erreicht ist.

Problematisch ist die hier skizzierte Arbeitsmarktlage nicht nur für die Wirtschaft sondern auch für die **Wissenschaft und das akademische Ausbildungssystem** sowie für die Lehrerversorgung in den einschlägigen Fächern in den Schulen. Und hier liegt eine besondere Herausforderung für die Politik. Um zumindest langfristig durch entsprechende Absolventenzahlen die Probleme zu mindern, muss eine entsprechende Ausstattung der Hochschulen mit hoch qualifiziertem Lehrpersonal sichergestellt werden. Obwohl die Unternehmen die **„marktgerechte“ Anpassung der Gehälter** von besonders knappen Fachkräften oft nicht vollständig vornehmen, da sie ihre interne Gehaltsstruktur möglichst berücksichtigen, sind sie aber allemal flexibler und anpassungsfähiger als es die öffentliche Hand bei der Besoldung im Hochschulbereich gegenwärtig sein kann. Durch die Dienstrechtsreform sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, damit auf die Marktbedingungen auch reagiert werden kann. Wissenschaftler an Hochschulen aus Fachrichtungen mit

unterschiedlich knappen Arbeitsangeboten müssen nicht notwendigerweise das Gleiche verdienen. Auf einem leer gefegten Arbeitsmarkt besteht sonst die Gefahr, dass gerade im wichtigen Bereich der akademischen Ausbildung die größte Knappheit herrscht, bzw. nur die „geringsten“ Qualifikationen zur Verfügung stehen.

Potenziale vorrausschauend nutzen

Wo liegen die Potenziale, die heute erschlossen werden müssen, damit sie mittelfristig genutzt werden können um **langfristig** eine Entspannung der Lage auf dem Markt für hohe Qualifikationen zu erreichen? Die Zahl der Studenten insgesamt muss trotz der geschilderten demographischen Situation möglichst gesteigert werden. Hierbei sollten in hohem Maße die naturwissenschaftlich-technischen Studienrichtungen profitieren. In diesen Fachrichtungen ist insbesondere bei den **weiblichen Studienberechtigten** ungenutztes Potenzial von bedeutendem Ausmaß zu verzeichnen, sind doch die Studentinnenanteile an diesen Fächern mit noch nicht einmal einem Fünftel weit unterdurchschnittlich. Auch das Potenzial **ausländischer Studienzugangsberechtigter** muss in Deutschland besser genutzt werden. Die Anteile von Absolventen, die ihre Studienberechtigung im Ausland erworben haben, sollten gesteigert werden, sind sie doch nach einer Integration während ihrer Studienzeit besonders prädestiniert, einen Arbeitsplatz in deutschen Unternehmen oder im deutschen Wissenschaftssystem anzutreten.

Die weitere Neueinrichtung und die konsequente Umwidmung von traditionellen Diplomstudiengängen in modular aufeinander aufbauende **Studiengänge nach internationalen Standards** – die rund 600 Bachelor- und Magisterstudiengänge, die deutsche Universitäten und Fachhochschulen zwischen 1998 und 2000 eingerichtet haben, sind wichtige Schritte in die richtige Richtung – sollte an den deutschen Hochschulen zügig betrieben werden. Zum einen verkürzen derartige Studiengänge mit einem qualifizierten Abschluss nach drei Jahren (Bachelor) und einer weiterführenden wissenschaftlichen Qualifikation nach weiteren zwei Jahren die Zeiträume bis zu einer möglichen Rendite der Investitionsentscheidung in akademische Bildung. Die gegenwärtig bestehende Situation in vielen Studienrichtungen mit den Alternativen „keine akademische Qualifikation“ oder „eine in sechs Jahren“ macht die Studienfachwahl in hohem Maße von Arbeitsmarktüberlegungen unabhängig. Zum anderen wird Deutschland damit erheblich attraktiver für ausländische Studenten, da für sie die Erlangung international bekannter und vergleichbarer Abschlüsse ein wichtiger Studieranreiz sein dürfte, wie die Orientierung am angelsächsischen System in den mittel- und osteuropäischen Staaten nach der Wende zeigt. Insgesamt ist durch derartige Studienreformen mit erheblichen Verkürzungen der Studienzeiten zu rechnen und die Zeiträume der Verfügbarkeit für den Arbeitsmarkt werden entsprechend ansteigen. Eine solche Effizienzsteigerung führt sicher wegen der Möglichkeit zu attraktiven Zwischenqualifikationen auch zu einer deutlichen Senkung der Abbrecherquoten. Beides zusammen ist ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Angebotsausweitung.

Um schon rechtzeitig vor der Studienfachwahl Einfluss auf die Präferenzen potenzieller Erstsemester zu nehmen, sollte eine **offensive Bildungswerbung** für die naturwissenschaftlich-technischen Fächer betrieben werden. Hierzu muss bereits im schulischen Bereich angesetzt werden, beispielsweise sollten durchaus auch die Abwahlmöglichkeiten für naturwissenschaftliche Fächer oder die Koedukation im naturwissenschaftlich-mathematischen Bereich infrage gestellt und diskutiert werden. Die Unterstützung und Profilierung naturwissenschaftlicher Schwerpunktgymnasien können das Image solcher Fächer im voruniversitären Bereich nachhaltig verbessern.

Für ein Studium in Deutschland sollte offensiv unter besonders begabten **ausländischen Studienberechtigten** geworben werden. Erste Ansätze einzelner Hochschulen hierfür in China und Osteuropa reichen bei weitem nicht aus, auch wenn laut UNESCO Deutschland nach den USA, UK und Frankreich auf dem vierten Platz der Zielländer für Auslandsstudenten steht. Der Abstand zu den anderen genannten Ländern ist allerdings beträchtlich. Der Abbau von Hemmnissen wie beispielsweise der Ausländerquotierung in den Numerus-Clausus-Fächern oder Schwierigkeiten bei der Erlangung von Aufenthaltsgenehmigungen sollte in diesem Zusammenhang genauso selbstverständlich sein, wie die Bereitstellung von mehr Mitteln für die Anwerbung und die Betreuung ausländischer Studenten. Natürlich sollte den ausländischen Absolventen eine gute berufliche Perspektive in Deutschland geboten werden, restriktive Aufenthaltsbestimmungen nach Abschluss des Studiums wirken hier kontraproduktiv.

Kurzfristige Engpässe mildern

Die genannten Strategien können aber in **kurzer Frist** das Knappheitsproblem nicht nennenswert abmildern. Durch die Studierentscheidungen bis heute sind die Absolventenzahlen der einzelnen Fachrichtungen bis zum Jahr 2006 im Wesentlichen determiniert. Das macht es nötig, noch weitere, auf die kurze Frist ausgerichtete Maßnahmen zu ergreifen um auch in den nächsten Jahren eine Entspannung auf dem Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte zu erreichen. Hierbei kommt der **Weiterqualifizierung und Weiterbildung** von bereits beschäftigten Arbeitskräften eine wichtige Rolle zu.

Aus- und Weiterbildung gehört bereits jetzt zu den präferierten Reaktionsstrategien der Unternehmen auf die Arbeitsmarktknappheiten. Hier besteht jedoch ein Anreizproblem für die Unternehmen, da sich die **Investitionen in die Qualifikation ihrer Beschäftigten** unter Umständen nicht für die Unternehmen selbst auszahlen, wenn das Personal den Arbeitsplatz wechselt. Eine Verbesserung der rechtlichen Möglichkeiten zur Erstattung der Investitionskosten im Abwanderungsfall und die staatliche Förderung von Weiterbildungsinvestitionen in Humankapital (nicht nur von Sachinvestitionen) kann die Entscheidungssituation der Firmen für Weiterqualifikation deutlich verbessern.

Wünschenswert ist eine **Integration der Hochschulen** in ein integriertes System der Weiterbildung. Insbesondere in den angebotsknappen Bereichen der Natur- und Ingenieurwissenschaftler existieren nur wenige kommerzielle Angebote zur Weiterbildung bereits beschäftigter Akademiker. Hier sollte der Schwerpunkt auf der Erlangung von Kompetenzen in den informations- und kommunikationstechnischen Bereichen liegen. Ein von der Politik initiiertes und gefördertes Konzept für ein regelrechtes Weiterbildungsprogramm im Rahmen einer Public-Private-Partnership kann Hochschulen und Unternehmen für dieses Ziel zusammenführen. Damit eine entsprechende Integration der Hochschulen in ein derartiges Weiterbildungskonzept erfolgreich gelingen kann, müssen allerdings die Anreize für Hochschulangehörige derart ausgestaltet sein, dass sie solche Aufgaben auch ernsthaft wahrnehmen. Die Dienstrechtsreform sollte die diesbezüglich angedachten Ansätze mutig umsetzen.

Den Wirkungen derartiger Maßnahmen sind natürlich Grenzen gesetzt, darum müssen – über die bestehende Regelung für Fachkräfte im IKT-Bereich (Green-Card) hinaus – die Möglichkeiten zur Anwerbung **ausländischer Spezialisten** (aus Nicht-EU-Ländern) deutlich verbessert werden. Neben dem Potenzial der bereits im Arbeitsprozess stehenden Personen sollte auch das **internationale Angebot** der in Deutschland knappen Qualifikationen besser genutzt werden. Es ist wünschenswert über den durch die Green-Card-Regelung erfassten Bereich der IKT-Kompetenzen hinaus in den knappen Ingenieurberufen vergleichbare Programme vorzusehen. Es darf in diesem Zusammenhang nicht übersehen werden, dass aus der Sicht international mobiler Fachkräfte der Arbeitsort Standort Deutschland im Ländervergleich deutliche Nachteile aufzuweisen hat. Im Wesentlichen sind hierbei die immer noch sehr hohen Einkommensteuern sowie die sehr geringe Spreizung von (Spitzen-) Gehältern relevant. Ein Anwerbeprogramm muss in seiner Ausgestaltung derart sein, dass diese Nachteile in ihrer Wirkung wenigstens teilweise abgemildert werden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere an die Gewährung unbefristeter Arbeits- und Familienaufenthaltsgenehmigungen zu denken, die eine Beschäftigungsübernahme in Deutschland um einiges attraktiver machen würde.

2.2 Ergebnisse von Forschung und Wissenschaft besser nutzbar machen

Dem Transfer von Technologien, Wissen und Kompetenzen von öffentlich geförderten Forschungsinstitutionen zur privaten Wirtschaft kommt eine hohe Bedeutung zu. Die Interaktion von Wissenschaftsbereich auf der einen und Unternehmen auf der anderen Seite ist ein wesentlicher Baustein im Innovationssystem einer Volkswirtschaft. Die zunehmende Bedeutung der FuE-intensiven Branchen innerhalb des produzierenden Sektors und das noch stärker wachsende Gewicht von technologieorientierten Dienstleistungsbranchen führen dazu, dass sich die wissenschaftliche Grundlagenforschung und die technologische Umsetzung in neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen noch weiter annähern werden. Aber auch innerhalb des Wissenschaftssektors nähern sich Grundlagenforschung und angewandte Forschung in einigen Bereichen an (wie der Bio- oder Gentechnik), und generieren Ergebnisse von hoher Verwertungsrelevanz. Diese Entwicklungen erfordern ein **effizientes System des Wissens- und Technologietransfers (WTT),** das in beide Richtungen für Impulse offen ist. Der Wirtschaft müssen Ergebnisse und Kompetenzen des Wissenschaftssektors nutzbar gemacht werden und die öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen sollten ihre Forschungsstrategien nicht vollständig von der ökonomisch genutzten Technologieentwicklung abkoppeln. Es ist zu begrüßen, dass der WTT einen hohen Stellenwert im Wissenschaftsbetrieb erhalten soll.

Transfersystem effizienter gestalten und zielgerichtet ausbauen

Der WTT muss ein gewichtiger Teil der Strategie- und Arbeitsplanung der öffentlichen Forschungsinstitutionen sein, er darf allerdings deren inhaltliche Themenwahl, die Elemente ihrer Forschungsprogramme nicht ausschließlich bestimmen. WTT setzt danach an. Die Zuständigkeit für den WTT sollte in allen öffentlichen Forschungsinstitutionen, wenn es möglich ist, durch **dezentrale Strukturen** gekennzeichnet sein. Im Grundsatz sollte die Verantwortung für den Transfer bei den einzelnen Instituten, den Forschungsabteilungen oder den Lehrstühlen verankert sein und nicht übergeordnet. Für diese dezentralen Einheiten sollte der Transfer zu den Dienstaufgaben der dort beschäftigten Wissenschaftler zählen. Hierbei muss aber nicht notwendigerweise jeder einzelne Forscher selbst transferaktiv sein, eine effiziente Arbeitsteilung ist gerade auch aus den oben genannten Gründen der Sicherung der Grundlagen Forschungskompetenz wünschenswert. Nicht geeignet für eine dezentrale Ansiedlung ist der Bereich der **Patentberatung und -verwertung.** Die bereits angestoßenen Ansätze, diesen Bereich auf der Ebene der Forschungsinstitutionen (FhG, HGF, MPG, WGL) und hochschulübergreifend zu organisieren (wie beispielsweise in Baden-Württemberg oder Sachsen), gehen in die richtige Richtung und sollten weiter voran getrieben werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die geplante Aufhebung des Hochschullehrerprivilegs, da bei seiner Gültigkeit für die Hochschullehrer der Anreiz besteht nur die wenig ertragversprechenden „schlechteren“ Patentmöglichkeiten an die Verwertungsstellen zu melden. Hinsichtlich der Patentierung von wissenschaftlichen Ergebnissen ist auf die Einführung der Neuheitsschonfrist beim europäischen Patentamt zu drängen.

Von ihrem Ansatz her sind die **Fachhochschulen** für transferrelevante Forschungsaufgaben besonders geeignet, ihre tatsächliche Rolle beim WTT ist derzeit aber noch recht bescheiden. Hier ist eine deutliche Aufwertung ihrer Forschungskompetenz wünschenswert, auch durch die Verbesserung der personellen und materiellen Situation an den FHs.

Von der Anzahl her sind die **Technologietransferstellen** der Forschungsinstitutionen die wichtigsten WTT-Strukturelemente. Sie präsentieren sich in recht heterogener

Weise, übernehmen in den einzelnen Hochschulen oder Instituten oft unterschiedliche Aufgaben, sind meistens umfassend für den WTT zuständig aber dafür nicht selten personell und materiell unterausgestattet. Die generelle Zuständigkeit erweist sich heute als der zentrale Schwachpunkt der Transferstellen. Sie führt zur Überforderung der Stellen, damit zu Durchführungsproblemen und Fehlern. Hierin liegt eine wichtige Begründung für die recht geringe Akzeptanz, die diese Stellen sowohl bei den Wissenschaftlern (als Anbieter von Technologien und Kompetenzen) als auch bei den Unternehmen (als deren Nachfrager) genießen. Nötig ist hier eine grundsätzliche Neupositionierung der Transferstellen und der Aufbau von klar definierten Kernkompetenzen. Eine Spezialisierung der Transferstellen öffentlicher Forschungsinstitutionen auf ganz bestimmte Aufgabenbereiche im Kontext des direkten Transfers erscheint wünschenswert. Hierbei sollten sich die Transferstellen auf Funktionen konzentrieren, die zum einen direkte Kontakte zwischen Wissenschaftlern und Unternehmen vermitteln (Promotor-Funktion), um beiden Seiten eine kompetente Rechtsberatung hinsichtlich einer eventuellen Zusammenarbeit anzubieten, zum anderen sollten konkrete Dienstleistungen und Informationen insbesondere für KMU angeboten werden (Supporter-Funktion). Die oben genannten Funktionen sollten in klaren **Evaluationskriterien** für die Transferstellen aufgenommen werden und regelmäßigen Überprüfungen standhalten. Hierbei sollte eine deutliche Zielorientierung der Stellen auf KMU angestrebt werden.

Eine große Chance, den generellen Zugang zu Ergebnissen und Kompetenzen des öffentlichen Wissenschaftssystems zu verbessern, liegt in der verbesserten Nutzung des Mediums **Internet.** Wie die Erfahrungen mit den diversen existierenden Angeboten zeigt, ist nicht davon auszugehen, dass sich eine akzeptable Internettransferszene von allein herausbildet. Die geringen diesbezüglichen Anreize für die Wissenschaftler, die verwirrende Vielfalt der voneinander unabhängigen Angebote der Institutionen sowie die für potenzielle Nutzer mangelhafte Möglichkeit hilfreiche Angebote von unseriösen zu diskriminieren, stehen dagegen. Eine Verbesserung der Kontaktmöglichkeiten zwischen Wirtschaft und Wissenschaft über das Internet ist nur mit einer entsprechenden politischen Initiative zu erreichen. Hier sollten die angedachten Konzepte konsequent weiterverfolgt werden. Eine politisch initiierte Internetplattform sollte zu Forschungsprojekten, Kompetenzen, Technologien und Verwertungsangeboten des **gesamten Bereichs der öffentlichen Forschung** führen. Die angebotenen Informationen sollten einen **direkten Kontakt** zwischen dem suchenden Unternehmen und den entsprechenden Wissenschaftlern ermöglichen, um so gerade den wichtigen kooperativen Transfer zu stärken. Ein Zugriff sollte auch auf Schnittstellen zu ausländischen Angeboten und zu transferwilligen Anbietern aus dem Unternehmensbereich möglich sein. Damit ein solches Internetangebot auch in hinreichendem Maße genutzt wird, sollte es umfassend bekannt und beworben und **einfach zu nutzen** sein.

Die richtigen Anreize setzen

Eine nachhaltige Verbesserung der Bedingungen für den Technologietransfer erfordert es, dass die Anreize für die einzelnen Wissenschaftler und für die öffentlichen Forschungseinrichtungen entsprechend gesetzt und die Bedingungen im Wissenschaftsbereich transferfördernd ausgestaltet sind. Praktizierter Technologietransfer sollte sich auf die Einkommen der Forscher auswirken (Zulagen) und die Karrieren der Wissenschaftler eher beflügeln als behindern. Ein wichtiger Schritt, um die Technologieentwicklung im Unternehmensbereich als ein Argument bei der Entwicklung von Forschungsprogrammen im Auge zu behalten, liegt darin, die **Impulsgeberrolle der Wirtschaft** nicht nur auf die Funktion als Auftraggeber zu beschränken, sondern Unternehmensvertretern auch in den Gremien von öffentlichen Forschungseinrichtungen (Aufsichtsgremien, Kuratorien, Beiräten u. Ä.) entsprechende Funktionen anzutragen, um eine frühzeitige Verzahnung von Forschungs- und Technologieentwicklung zu fördern. Insgesamt ist es erstrebenswert, wenn der Transfer im Prozess der öffentlich finanzierten Forschung eine präsente Rolle spielt. So kann er ein Evaluationskriterium für die Einrichtungen (inklusive Hochschulen) sein, oder zu Deputatsreduzierungen für transferaktive Hochschullehrer führen.

Für Teilbereiche sollten die Institutionen bewusst auf die Gemeinnützigkeit verzichten und entsprechende privatrechtliche Verwertungsgesellschaften gründen. Erhebliche Probleme tun sich auch bei einem konsequenten direkten Transfer durch **wechselseitige Personalmobilität** zwischen Wirtschaft und Wissenschaft auf. Personalmobilität ist umso wichtiger, je knapper die für Innovation relevanten Personalressourcen werden. Die geplante Dienstrechtsreform muss hier zumindest hinsichtlich der Spielräume bei der Entlohnung von temporär im Wissenschaftsbereich Tätigen und bei der Möglichkeit, eingeworbene Mittel von Privaten zum Teil dem Einkommen von öffentlich beschäftigten Wissenschaftlern zuzuschlagen, Abhilfe schaffen. Ein weiteres Problem, das mittelfristig gelöst werden muss, besteht in der Nichtübertragbarkeit von Alterssicherungsansprüchen zwischen betrieblichen Pensionskassen und der VBL. Hier sollte zumindest die Möglichkeit der freiwilligen Beitragszahlung für temporäre Beschäftigung außerhalb des Wissenschaftssektors möglich werden.

Die Weiterentwicklung der technologischen Basis sicherstellen

Trotz der Bedeutung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft darf allerdings nicht aus den Augen verloren werden, dass die dem WTT besonders zuträgliche anwendungsnahe Forschung nur einen Teil der wichtigen Aufgaben der öffentlich geförderten Wissenschaftsinstitutionen ausmacht. Wesentliche **weitere Aufgaben** liegen in der akademischen Ausbildung von hoch qualifiziertem Personal und in der langfristig und ergebnisoffen angelegten Grundlagenforschung. Es ist auch zu bedenken, dass eine zu stark auf die private Aneignung von Ergebnissen der öffentlichen Forschungslandschaft

abzielende Konzeption des WTT wichtige Aspekte der **öffentlichen Bereitstellung von Forschungsergebnissen** außer Acht lässt. Liegt doch das wesentliche ökonomische Argument für öffentliche Forschung darin, dass die privaten Erträge von FuE geringer sind als die sozialen und deswegen zu wenig Forschung im Bereich der privaten Wirtschaft betrieben wird. Dies soll durch das öffentliche Gut staatlich finanzierter Forschung ausgeglichen werden. Ein nahezu vollständig auf die Verwertung über private Lizenzierung setzendes Transfersystem würde solche auf die Gesamtheit der Unternehmen zielenden Effekte konterkarieren.

Alle Ansätze, die auf eine Reform im Transfersystem abzielen, müssen diesen Kontext beachten. Bei einer Reform des Transfersystems sollten daher **differenzierte Konzepte** zur Anwendung kommen, die auf die jeweiligen grundlegenden Missionen der Forschungsinstitutionen abgestimmt sind, und sich ohne Reibungsverluste einpassen. Die Folge einer ausschließlich auf Transfer ausgerichteten Forschung wäre die allmähliche **Aushöhlung der technologischen Basis.** Die Voraussetzungen zur Weiterentwicklung der Grundlagenforschungsmöglichkeiten können dadurch gestärkt werden, dass den Universitäten durch die Transfertätigkeiten ihrer Forscher mehr Mittel zufließen. Die Kopplung von Mittelzuweisungen an die Drittmittelvolumen, wie in einigen Bundesländern, oder die geplante Aufhebung des Hochschullehrerprivilegs, die den Universitäten auch teilweise die aus Transfers erwirtschafteten Mittel zukommen lässt, sind hier richtige Schritte. Die Fachhochschulen sind demgegenüber prädestiniert für eher kurzfristige und stark umsetzungsorientierte Forschung. Gemessen an dieser Ausrichtung spielen sie bisher noch eine zu geringe Rolle im Gesamtsystem des WTT. Ein wichtiger Aspekt des Wissenstransfers (im eigentlichen Wortsinne) wird von beiden Hochschulformen durch die „Produktion“ und Verfügbarmachung von hoch qualifiziertem Fachpersonal für die Unternehmen wahrgenommen. Gerade die akademisch ausgebildeten technisch-naturwissenschaftlichen Fachkräfte nehmen zentrale Aufgaben im Innovationsmanagement der Unternehmen wahr, deshalb ist von einer verstärkt transdisziplinär angelegten Ausbildung eine Qualifikationsverbesserung zu sehen.

2.3 „Absorptionsfähigkeit“ in den Unternehmen ausweiten

Es soll hier betont werden, dass eine ganz bedeutende Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft in einem ausreichenden Volumen an Forschung und Entwicklung (FuE) in den privaten Unternehmen zu sehen ist. Trotz der in jüngster Zeit ermutigenden Tendenz ist nach wie vor die **FuE-Position der deutschen Unternehmen im internationalen Vergleich** nicht zufrieden stellend. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Anreize und Rahmenbedingungen für FuE weiter verbessert werden müssen. Insbesondere die stark nachlassende Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) an FuE in den 90er-Jahren ist ein Schwachpunkt. Für den WTT bedeutet dies: Die „Absorptionskapazität“ in KMU, d. h. die Fähigkeit, Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung zu adaptieren und FuE-Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen oder anderen Unternehmen einzugehen, lässt zu wünschen übrig. Es fehlt in vielen Unternehmen an hoch qualifiziertem Personal, das mit betrieblichen FuE- und Innovationsprozessen vertraut ist – meist eine notwendige Voraussetzung für Kooperationen mit Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. Diese **„Prozesskompetenz“** ist neben der erforderlichen technologischen Kompetenz verstärkt durch Bildungseinrichtungen – von der Hochschule bis zu Weiterbildungsangeboten – zu vermitteln (beispielsweise durch Ausbildung im „Innovationsmanagement“).

Deutschland ist weiterhin eines der wenigen großen OECD-Länder ohne eine **steuerliche Präferenz für FuE-Aufwendungen** der Unternehmen. Das stellt einen nicht zu unterschätzenden komparativen Nachteil hinsichtlich der Anreizwirkung, FuE zu betreiben, dar. Eine besondere Präferenz für KMU könnte gerade diese Kategorie von Unternehmen zu mehr FuE anregen und so zu einer nicht unerheblichen Stärkung der Wettbewerbskraft beitragen. Dies ist umso wichtiger, da die **indirekte Forschungsförderung** – sie hat primär KMU in ihren Forschungsbemühungen unterstützt – bis heute in zu großem Umfang an Gewicht verloren hat. Die weitere Ausweitung der Programme der **direkten Forschungsförderung** kann diesen Bedeutungsrückgang nicht ausgleichen und stellt auch keinen Ersatz für eine spürbare Steuerpräferenz für FuE dar. Gleichwohl ist die bei diesen Programmen vorgenommene stärkere Öffnung für KMU zu begrüßen und sollte weiter vorangetrieben werden.

Die Formen **direkter Förderung** bieten sich insbesondere an, um abgegrenzte Technologiefelder gezielt zu entwickeln und zu stimulieren. Ein Bezug zum Marktgeschehen ist jedoch auch bei der direkten Förderung anzustreben, hat doch die OECD jüngst darauf verwiesen, dass die positiven Anreize einer direkten Förderung – auch bei den am Förderprogramm teilnehmenden Unternehmen – verpuffen, wenn die Förderung an den Innovationszielen der Unternehmen und ihren technologischen Entwicklungslinien vorbeigeht. Direkte Förderung kann bei entsprechender Ausgestaltung die Innovationsstrategien der Unternehmen nachhaltig beeinflussen. Für Vorhaben der direkten Förderung ist eine Verstärkung der „marktanalogen“ Projektauswahl anzuraten. Die Auswahl in **Form eines Wettbewerbs,** wie sie beispielsweise bei „Bio-Regio“ oder auch den „Kompetenzzentren Medizintechnik“ vorgenommen wurde, ist ein gut geeignetes innovationspolitisches Instrument für die Projektauswahl bei direkter Förderung.

2.4 Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien verstärkt unterstützen

Wie in allen entwickelten Volkswirtschaften entfällt auch in Deutschland ein **signifikanter Beitrag am Wirtschaftswachstum** auf den zunehmenden Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Waren es zunächst eher die IKT-erstellenden Branchen, die wesentliche Wachstumsbeiträge lieferten, sind es jetzt zunehmend auch die Anwenderbranchen, die zum Wachstum beitragen. Damit die Wachstumspotenziale tatsächlich auch in Deutschland voll zum Tragen kommen können, müssen allerdings noch weitere Anstrengungen unternommen werden, damit **die im internationalen Vergleich bisher eher geringen Investitionen** in IKT in Deutschland noch deutlich zunehmen. Für die kommerziellen Möglichkeiten und die Absatzchancen für innovative Dienstleistungen und Vertriebsmöglichkeiten ist die Nutzung des Internets gerade auch durch Private von großer Bedeutung. Es ist zu begrüßen, dass die Politik es sich zur Aufgabe gemacht hat, die IT-Akzeptanz zu erhöhen und die Nutzung des Internet gerade im privaten Bereich zu unterstützen. Hierfür sind allerdings noch einige Weichen zu stellen.

Die Nutzung und die Akzeptanz verbessern

Nicht allein die quantitativen Möglichkeiten des Zugangs zum Internet sind entscheidend für die Verbreitung, sondern die **qualitativen Bedingungen** müssen ebenso nutzerfreundlich gestaltet sein. Dafür sollten die Rahmenbedingungen so gesetzt sein, dass im Bereich der Nutzungsqualität und insbesondere hinsichtlich der Qualität des Zugangs zum Internet weitere Verbesserungen erreicht werden. Außerdem müssen die potenziellen Nutzer über eine hinreichende Kompetenz zur Nutzung der Internetmöglichkeiten verfügen.

Hierbei spielt auch die Behandlung des Komplexes „Informationstechnologie und Internet“ in den Bildungs- und Ausbildungssystemen eine wichtige Rolle, da hier die Grundlagen für die informationstechnische Kompetenz der zukünftig wirtschaftlich aktiven Generationen gelegt werden. IT und Internet sollte **nicht „nur“ Thema** in Schule und Ausbildung sein, **sondern** als selbstverständliches **Instrument** zur Problemlösung und Informationsbeschaffung schon früh zur Anwendung kommen. Die ständige Nutzung der informationstechnischen Optionen ermöglicht es den Schülern, entsprechende Routinen zu entwickeln, die einen souveränen Umgang mit dem Medium Internet fördern. Es ist zu erwägen, diese Befassung in die entsprechenden Curricula aufzunehmen und das Thema nicht nur nach dem AG-Prinzip zu behandeln. Das Projekt **„Schule ans Netz“** bringt hier erhebliche Fortschritte. Darauf sollte die Politik sich allerdings nicht ausruhen. Für den oben genannten Ansatz reicht die hierdurch zu erzielende Verfügbarkeit von Internetzugängen noch nicht aus. In den USA ist inzwischen in erheblichem Umfang der Internetzugang aus den einzelnen Unterrichtsräumen möglich, ein Ziel, das sich auch die Politik in Deutschland auf die Agenda setzen sollte.

Ganz wesentliche Faktoren zur Verbesserung des Vertrauens in und zur Steigerung der Akzeptanz von Internetnutzungen, und hier insbesondere von E-commerce, sind **der Schutz der übermittelten Daten** aber auch die Gewährleistung der **Anonymität der Nutzer.** Es ist deshalb zu begrüßen, dass auch mit Unterstützung der öffentlichen Hand an der Entwicklung von Anonymitätssoftware gearbeitet wird. Es ist wünschenswert, dass die durch öffentliche Unterstützung entwickelte Software den Netznutzern kostenfrei verfügbar gemacht wird.

Viele einzelne Punkte beeinflussen das Nutzungsverhalten der Menschen und die Zahl derer, die sich des Mediums Internet bedienen. Eine sehr wichtige Determinante ist der Preis, der für den Zutritt zum und für die Nutzung des Internets zu entrichten ist. Diesbezüglich war Deutschland im internationalen Vergleich lange auf den hinteren Plätzen zu finden. Die **Kosten der Internetnutzung** sind trotz jüngst gesunkener Preise **nach wie vor vergleichsweise hoch.** Dies gilt umso mehr, da der wichtigste Internetprovider T-Online keine Flatrate mehr anbietet. Dies wird sich nicht nur dämpfend auf die Entwicklung der Zahlen der privaten Nutzer auswirken, sondern insbesondere auch **kleinere Firmen belasten.** Gerade für diese Unternehmen gibt es in jüngerer Zeit die Möglichkeit, kostengünstige Mietsoftware über das Internet zu nutzen. Die Unternehmen in der Möglichkeit, derartige Angebote zu nutzen, zurückgeworfen.

Infrastruktur ausbauen

Um die Chancen und Möglichkeiten der Informationstechnologie möglichst nutzen zu können, sind in Deutschland weitere **erhebliche Investitionen** in diesem Bereich **nötig.** So ist Deutschland zwar hinsichtlich der ISDN-Zugänge bezogen auf die Einwohnerzahl inzwischen international an der Spitze zu finden, aber bezüglich der immer wichtigeren DSL-Zugänge sind noch erhebliche Defizite gegenüber den Vereinigten Staaten zu verzeichnen. Im Europavergleich ist Deutschland hinsichtlich der Versorgung mit DSL-Anschlüssen an der Spitze zu finden. Die Situation kann dennoch nicht befriedigen, da DSL gerade im Bereich des Zusammenwirkens von Kommunikationstechnik und Informationstechnik wichtige Zukunftspotenziale eröffnet. Die Hauptursache für die eher zögerliche Verbreitung dieser Zugänge ist in den durch Kapazitätsprobleme der Komponentenherstellerfirmen verursachten Lieferengpässen zu sehen. Weiterer Investitionsbedarf besteht hinsichtlich der Voraussetzungen für Mobilfunk-Internetzugänge.

Ein wichtiges Problem im Zusammenhang mit der Finanzierung der notwendigen Infrastrukturinvestitionen besteht darin, dass die großen Unternehmen, die hier eigentlich aktiv werden müssten, um ihre Geschäftsmöglichkeiten entsprechend zu erweitern, durch die immensen Kostenbelastungen der UMTS-Lizenzgebühren in ihrer **Liquidität erheblich eingeschränkt** sind. Diese Belastungen werden sie noch für eine längere Zeit derart restringieren, dass von ihnen die nötigen Investitionen kaum in kurzer Zeit zu erwarten sind.

Markteintrittsbarrieren senken

Gerade im Hinblick auf die im internationalen Vergleich noch hohen Kosten für die Nutzung des Internets ist es wünschenswert, wenn die Marktbarrieren für zusätzliche Wettbewerber auf der Anbieterseite deutlich abgesenkt würden. Diese sind wesentlich auf die immer noch **zu**

monopolistische Position der Deutschen Telekom im Ortsbereich zurückzuführen. Die oben erörterte Rücknahme der Flatrate ist auch unter diesem Gesichtspunkt zu bewerten. In diesem Zusammenhang kommt der Regulierungsbehörde im Telekommunikationsbereich eine ganz besondere Bedeutung zu, der sie sich auch stellen sollte. Hier muss die Politik die **Bedingungen für eine konsequente Marktöffnungspolitik schaffen** und im Vollzug der Behörde auch auf einer solchen Strategie bestehen.

Wirksame **Marktzugangsbarrieren,** die einer „wettbewerbsfreundlichen" Situation auf diesem Markt noch entgegenstehen sind: Die Pflicht zur Installation einer zweiten Schaltstelle für Interkonnektion bei den Providern sowie die sehr hohen Interkonnektionstarife, deren Kalkulation nicht transparent gemacht werden muss. Wenn schon das Problem des Telekom-Monopolzugriffs auf die „letzte Meile" nicht kurzfristig gelöst werden kann, sollte die Regulierungsbehörde die Möglichkeiten zum „Aussperren" von Wettbewerbern über die Tarife möglichst unterbinden.

Generell sollte das **Open-Access-Prinzip** für alle gegenwärtigen, aber auch zukünftigen Zugangswege zum Internet (wie beispielsweise Breitband- oder Mobilfunkzugang) gelten. Nur so lässt sich die freie Service-Providerwahl sicherstellen, die eine wesentliche Voraussetzung für einen echten Qualitätswettbewerb der Anbieter ist.

Zukunftsweisende Konzepte entwickeln

Die Veränderungen, die durch die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Allgemeinen und des Internet im Besonderen möglich werden, schaffen neue Beschäftigungspotenziale. Diese Chance kann aber nur dann genutzt werden, wenn **auf dem Arbeitsmarkt ein hinreichendes Ausmaß an Flexibilität** besteht. Nicht umsonst werden in den USA neben den massiven Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnik die Arbeitsmarktflexibilisierungsmaßnahmen der 80er-Jahre als eine zentrale Voraussetzung für das Entstehen der „New Economy" angesehen. Die Politik muss auf die arbeitsmarktpolitischen Herausforderungen der Informations- und Kommunikationstechniken Antworten finden. Dies umfasst die Unterstützung der Telearbeit und neuer Arbeitsformen ebenso wie die Förderung neuer Unternehmens- und Geschäftsmodelle.

Mit der Zunahme der Internetnutzung und der Einführung des mobilen Internets werden auch neue Technologien in der Übermittlungstechnik der Daten notwendig. Wie die historische Erfahrung aus der Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik zeigt, resultierten aus dem **Zusammenwirken von öffentlicher und privater Forschung** wesentliche Anstöße für technologische Durchbrüche. Dies sollte dazu motivieren, die Interaktion von Hochschulen, öffentlichen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gerade im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien zu verbessern.

3. Aktuelle Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Im Folgenden werden Entwicklungen von wichtigen Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands skizziert, die eher die kurzfristige Perspektive ausleuchten. Sie erfassen in der Regel einen vollen Konjunkturzyklus.

Forschung und Entwicklung

Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) spiegelt zu einem substanziellen Teil die Anstrengungen der Volkswirtschaften im Innovationswettbewerb wider. Gemessen an den FuE-Anstrengungen liegt Schweden mit knapp 4 % (bezogen auf das Inlandsprodukt, vgl. Abb. 3-1) im weltweiten Vergleich klar an der Spitze, gefolgt von Japan und Finnland, der Schweiz, den USA und Korea. Deutschland folgt mit 2,4 % vor Frankreich. Während Deutschland Anfang der 90er-Jahre noch mit an der Spitze zu finden war, liegt es heute im unteren Drittel der aktuellen Spitzengruppe.

Aus deutscher Sicht wird der FuE seit einigen Jahren wieder mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden. Zwischen 1997 und 1999 haben sich die internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor um 16 % erhöht, der Einsatz von FuE-Personal ist um 2 % gesteigert worden. Die Planangaben für das Jahr 2000 lassen gegenüber 1999 eine weitere Zunahme der Aufwendungen von 4½ % erwarten. Gegenüber den Konkurrenten aus den USA und Japan hat sich Deutschlands Rückstand nicht mehr vergrößert. Dies ist ein wichtiger Teilerfolg; ein substanzieller Aufholeffekt ist damit jedoch nicht erzielt worden.

In jüngerer Zeit ist – nach einer Flaute in der ersten Hälfte der 90er-Jahre – in den westlichen Industrieländern überwiegend eine Zunahme der FuE-Intensitäten zu beobachten, die sich gegen Ende der 90er-Jahre beschleunigt hat. Besonders rasch weiten Finnland und Schweden ihre FuE-Kapazitäten aus, aber auch Japan und die USA liegen in der Dynamik vorn. Deutschland hat sich wie die Schweiz in den letzten Jahren etwas von den meisten größeren europäischen Volkswirtschaften abgesondert und – mit einer Verzögerung von ca. drei Jahren gegenüber den USA, Japan und Skandinavien – wieder stärker auf FuE gesetzt. In Frankreich, Großbritannien, Italien und auch in den Niederlanden wurden die FuE-Anstrengungen hingegen seit Jahren nicht mehr intensiviert. Eine Ausnahmesituation ist in Korea gegeben, wo angesichts der Auswirkungen der Südost-Asien-Krise die FuE-Kapazitäten (kurzfristig?) noch stärker eingeschränkt wurden als der Rückgang des Inlandsproduktes.

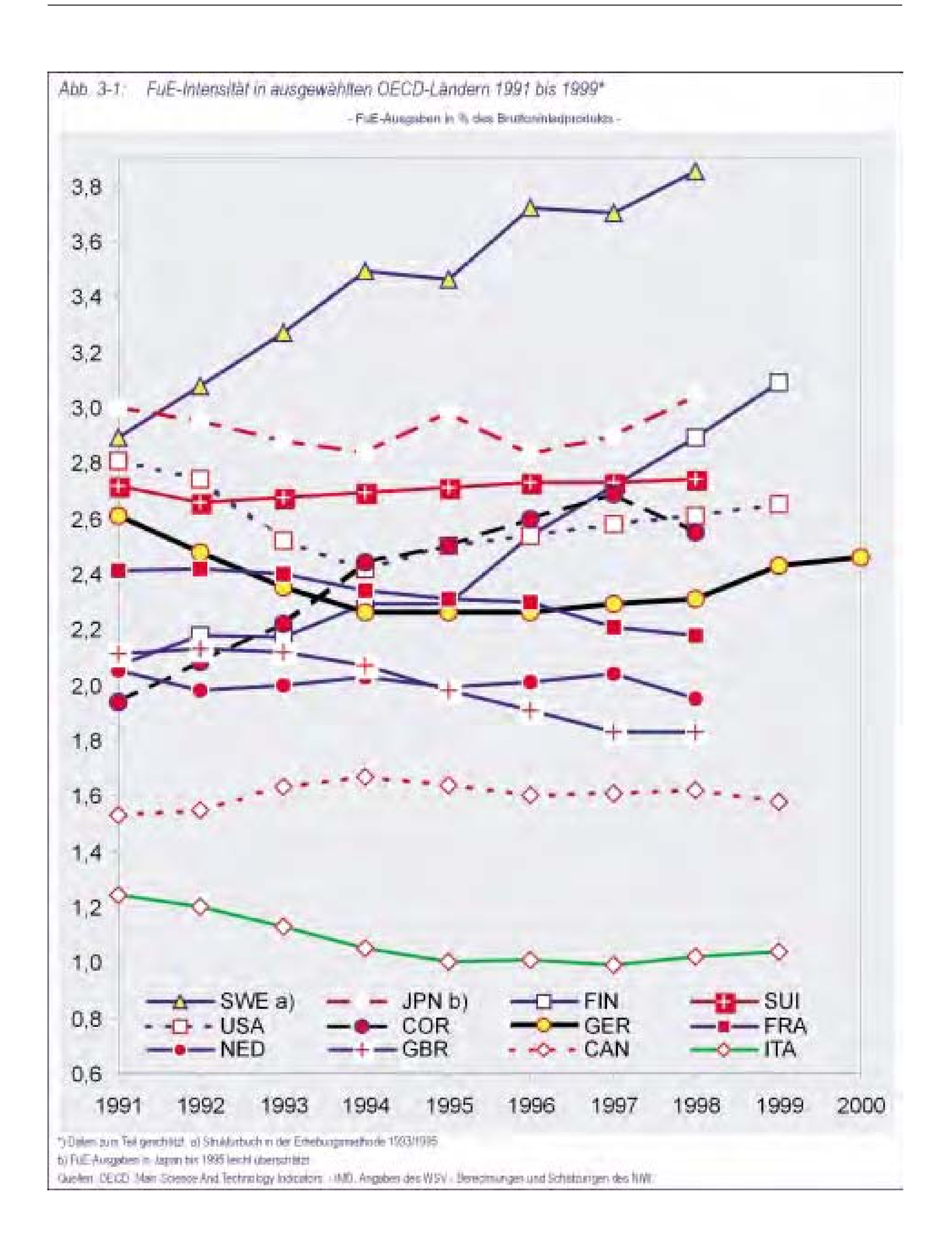


Abb. 3-1: *FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1991 bis 1999**

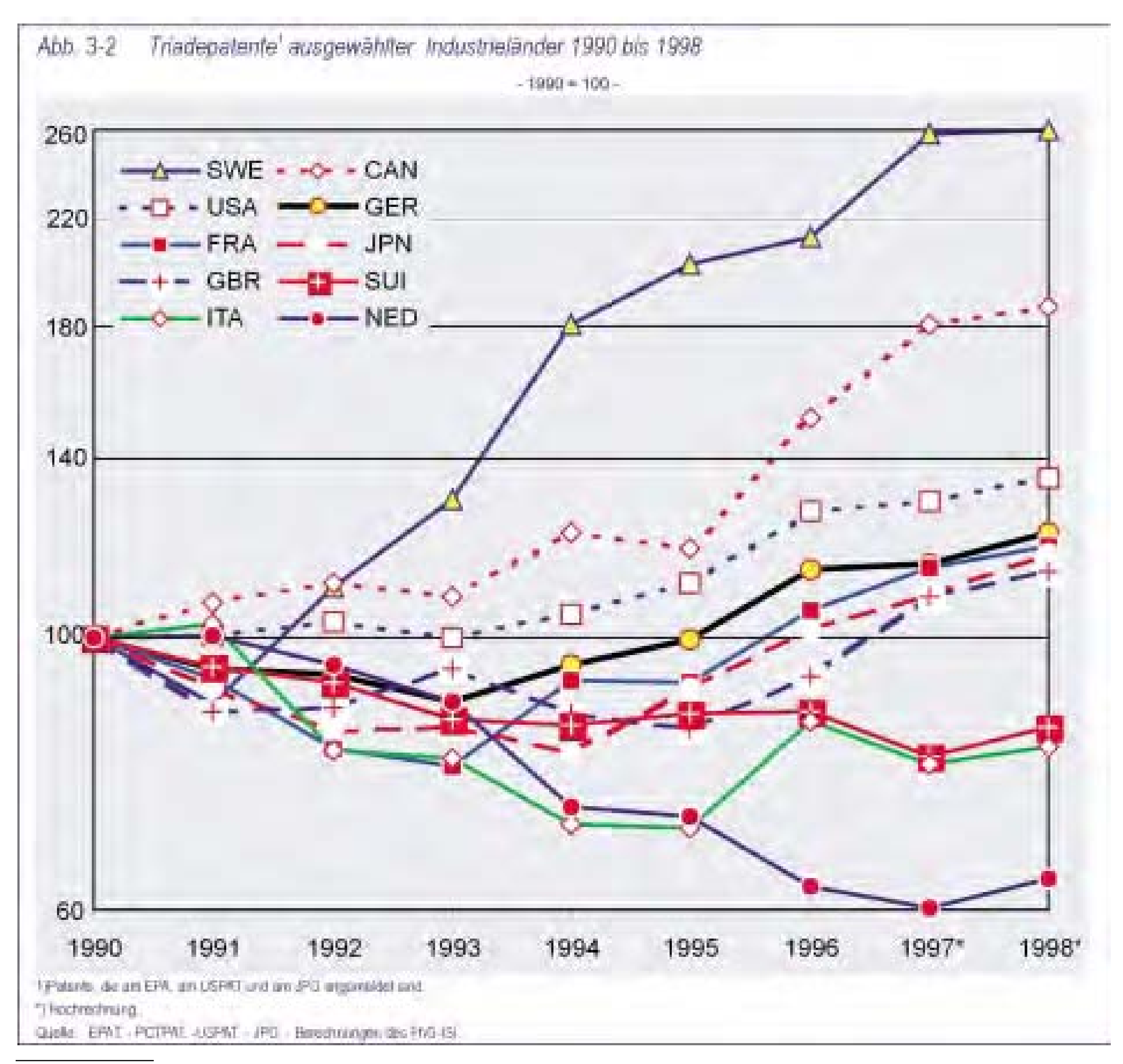
- FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandprodukts -

*) Daten zum Teil geschätzt. a) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995
b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt
Quellen: OECD: Main Science And Technology Indicators. - IMD, Angaben des WSV. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Patententwicklung

Patente gelten als Indiz für die Ergebnisse unternehmerischer Forschung und Entwicklung und als „Frühindikator“ für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Weltmarktrelevante Patente („Triadepatente“) repräsentieren i. d. R. Erfindungen mit hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Sie sind ein strategisches Instrument im internationalen Technologiewettbewerb, da in den Neunzigerjahren Patentschutz wichtiger geworden ist. Insofern wird mit Triadepatenten nicht nur die technologische Leistungsfähigkeit der Unternehmen, sondern auch deren Geschäftspolitik beurteilt.

Das internationale Aufkommen an Triadepatenten läuft in den letzten Jahren den Forschungsanstrengungen in den Industrieländern davon (vgl. Abb. 3-2). Deutschland ist traditionell unter den großen Volkswirtschaften – verglichen mit der Zahl der Erwerbspersonen – hinter Japan in der Triade das patentstärkste Land (vgl. Tab. A-1), beide werden jedoch von Schweden, der Schweiz und Finnland übertroffen. Die deutsche Wirtschaft liegt auch aktuell – das heißt in diesem Falle auf der Basis von Hochrechnungen für das Jahr 1998 – mit an der Spitze der Dynamik. Seit dem „Tiefpunkt“ 1993/94 steigert Deutschland das Triadepatentaufkommen in etwa im Gleichschritt mit den USA, die über die gesamten 90er-Jahre betrachtet die größte Dynamik unter den großen Volkswirtschaften aufweisen. Japan sowie Frankreich und Großbritannien legen ein ähnliches Tempo vor. Insbesondere expandieren jedoch einzelne kleinere Länder besonders rasch (am auffälligsten Kanada und Schweden)[1].

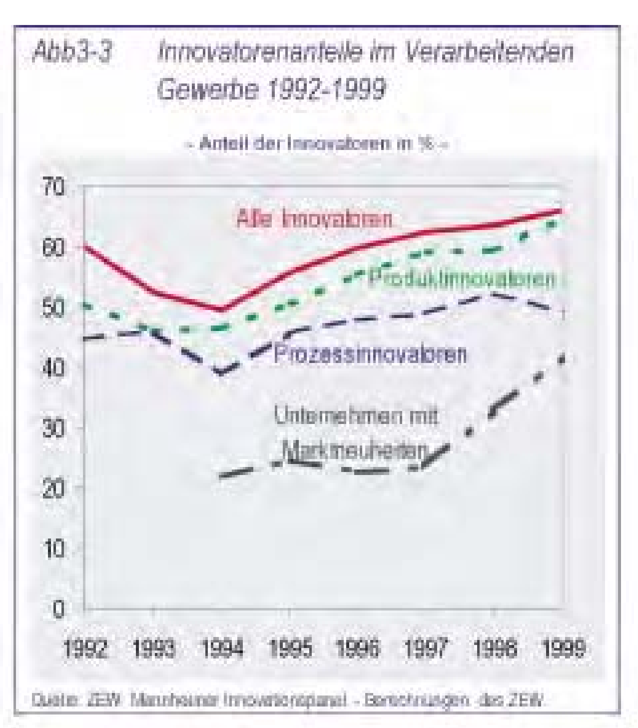


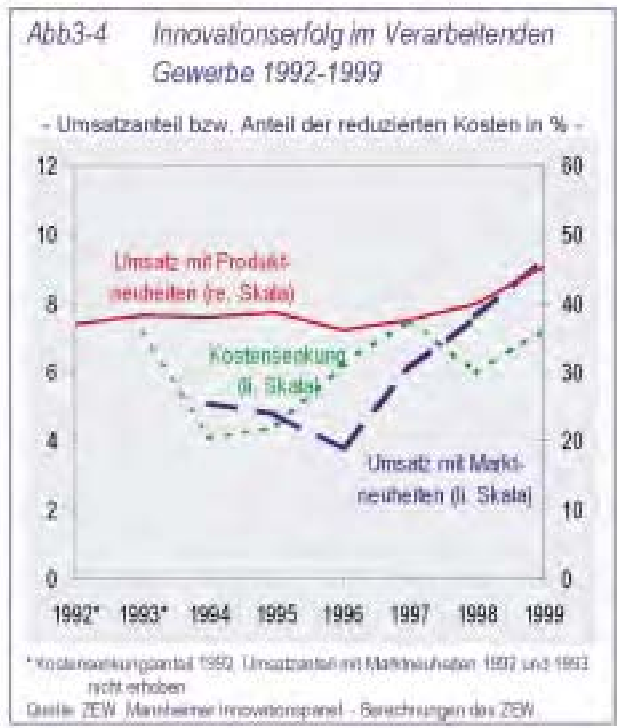
[1] Andererseits gibt es auch Länder – und dies sind interessanterweise gerade die Länder, die die höchste außenwirtschaftliche Verflechtung aufweisen, nämlich die Niederlande und die Schweiz –, deren Triadepatentaufkommen rückläufig ist. Dies hängt damit zusammen, dass Unternehmen aus kleineren Ländern ihre Erstanmeldung z. T. zunehmend nicht im Heimatland, sondern in Ländern mit größeren Märkten, z. B. Deutschland oder Großbritannien vornehmen. Erstanmeldungs- und Erfindungsland fallen demnach bei Triadepatenten immer häufiger auseinander.

Vor dem Hintergrund der internationalen Entwicklung ist der aktuelle Anstieg der deutschen Triadeanmeldungen notwendig, um die Position im internationalen Technologiewettbewerb zu halten. Der Verlauf der Erstanmeldungen an den nationalen Patentämtern und am Europäischen Patentamt – dort wurden 1999 knapp 9 % mehr Patente angemeldet[2)] – lässt erwarten, dass die Triadepatente der meisten Länder im Jahre 1999 weiter zunehmen werden.

Innovationsaktivitäten

Die Beteiligung der Unternehmen am Innovationsprozess hat sich seit 1995 kontinuierlich verbessert (vgl. Abb. 3-3): Zwei von drei Industrieunternehmen melden 1999, dass sie in den letzten drei Jahren neue Produkte eingeführt oder die Produktionsverfahren verbessert haben. In der Ausrichtung der Innovationstätigkeit hat sich dabei in den letzten Jahren eine deutliche Verschiebung ergeben: Heute führt fast jedes innovirende Unternehmen neue Produkte ein (1994 waren es noch 45 %), es gibt kaum mehr reine Prozessinnovatoren. Rund 45 % des Industrieumsatzes wurde 1999 mit neuen oder merklich verbesserten Produkten erzielt. Dies zeigt eindrucksvoll eine Verjüngung des Produktionsprogramms an (vgl. Abb. 3-4). Besonders positiv ist weiterhin, dass auch die Anzahl der Unternehmen mit Marktneuheiten – ein wichtiger Indikator für Strukturwandel und Innovationsfähigkeit der Wirtschaft – auf 42 % aller Industrieunternehmen gestiegen ist (1997: 23 %). Ihr Umsatzanteil nimmt ebenfalls deutlich zu: Über 9 % des Industrieumsatzes gehen auf Produkte zurück, die neu am Markt etabliert wurden (1996: 4 %). Die Verbesserung von Verfahren ist zwar als Anlass für Innovationen in den letzten Jahren etwas in den Hintergrund getreten. Darunter hat der damit ausgelöste Kostensenkungseffekt (rund 6 % in den letzten Jahren) jedoch kaum gelitten. Positiv ist auch, dass sich Klein- und Mittelunternehmen verstärkt in das Innovationsgeschehen eingeklinkt haben. Die Verbreiterung der Innovationsbasis hat jedoch nicht unbedingt zur Intensivierung der Anstrengungen geführt, denn die Innovationsaufwendungen (113 Mrd. DM im Jahre 1999) sind real gerechnet nur wenig gestiegen und haben den Stand von 1992 noch nicht wieder erreicht. Es mag mit dem stark gestiegenen Anteil an neuen Produkten und den damit erforderlichen Umrüstungen bei den Sachanlagen zusammenhängen, dass die investiven Ausgabenkomponenten gestiegen sind, während bei den laufenden Ausgaben gespart wurde.





Im **Dienstleistungssektor** haben hingegen die Innovationsaufwendungen kräftig zugenommen, und zwar real um rund 30 % seit 1996 auf 50 Mrd. DM im Jahre 1999 und damit stärker als die Umsätze[3)]. Dieser Anstieg ist insbesondere auf den Sektor unternehmensnahe Dienstleistungen zurückzuführen; investive Innovationsausgaben haben dabei mehr zur Ausweitung beigetragen als die Erhöhung der laufenden Ausgaben. Die verstärkten Anstrengungen haben sich auf eine größere Zahl von Innovatoren verteilt. Auch im Dienstleistungssektor ist die Beteiligung am Innovationsgeschehen wieder breiter geworden (vgl. Abb. 3-5), nachdem sie seit Mitte der 90er-Jahre eher nachgelassen hatte, vor allem im Handel und im Verkehr. Innovatoren sind im Dienstleistungssektor mittlerweile fast genauso häufig vorzufinden wie in der

---

[2)] Am Deutschen Patent- und Markenamt wurden 1999 insgesamt 6,8 % mehr Patente angemeldet als 1998, bei den Inlandsanmeldungen belief sich die Zuwachsrate gar auf 7,3 %.

[3)] Zur Deflationierung wurde bei den Investitionsausgaben der Erzeugerpreisindex für Investitionsgüter verwendet. Aufgrund des hohen IKT-Anteils der Investitionen dürfte dadurch die Zuwachsrate noch unterschätzt werden. (vgl. Abschnitt 7.3)

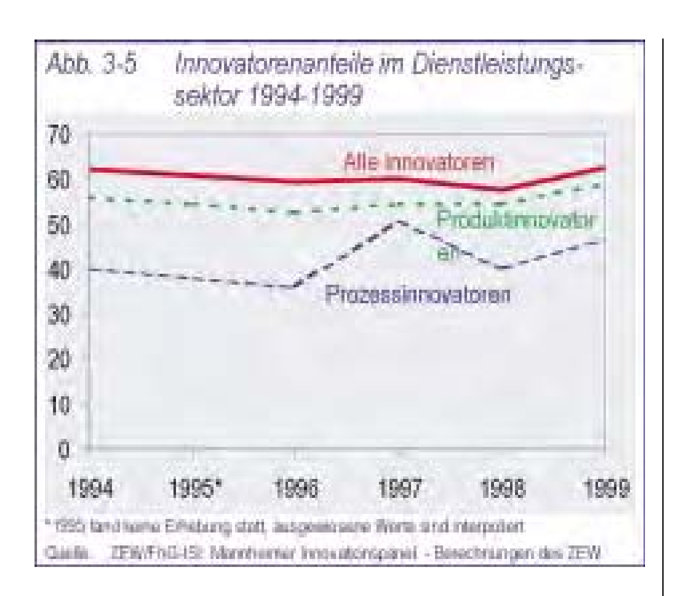


Abb. 3-5 Innovatorenanteile im Dienstleistungssektor 1994-1999

* 1995 fand keine Erhebung statt, ausgewiesene Werte sind interpoliert
Quelle: ZEW/FhG-ISI: Mannheimer Innovationspanel - Berechnungen des ZEW

Industrie. Allerdings sind die Wirkungen von Innovationen auf die Bilanzen der Unternehmen noch nicht ganz so hoch einzuschätzen: Ein Viertel der Umsätze beruhen auf neuen Leistungen, darunter 5 % auf Marktneuheiten; der Kostensenkungseffekt von Innovationen beläuft sich im Dienstleistungssektor auf etwa 3 %.

Weltmärkte bei forschungsintensiven Gütern

Ein immer größerer Teil der industriellen Innovationstätigkeit ist auf die Erschließung wachsender Märkte im Ausland gerichtet. Dabei richtet sich die internationale Nachfrage besonders stark und dynamisch auf forschungsintensive Güter[4)] (vgl. Abschnitt 4.4.2). Der Export war auch in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre die entscheidende Antriebskraft für Innovationen und Wachstum der deutschen Industrie: Fast drei Viertel des Umsatzzuwachses forschungsintensiver Industrien wurde im Ausland erzielt. Sie dürften im Jahre 2000 bereits 54 % ihrer Umsätze im Ausland gemacht haben (1995 waren es noch 45 %). Die nicht FuE-intensiven Industrien konnten ihren Auslandsumsatzanteil ebenfalls aufstocken (von 22 % im Jahre 1995 auf 26 % im Jahre 2000). Dabei darf nicht übersehen werden, dass die kontinuierliche reale Abwertung der D-Mark seit 1996 für sich genommen auch zu kräftigen Exportsteigerungen führt; das erhöhte Durchsetzungsvermögen auf dem Weltmarkt wird also nicht in jedem Fall auf höhere Innovationsaktivitäten als in den Konkurrenzländern zurückzuführen sein.

Die größten Zuwächse verzeichnete die „Spitzentechnik“, also der Bereich, in dem besonders intensiv FuE betrieben wird. Hier nahm der Auslandsumsatz im Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2000 um 16 % zu, im Jahre 2000 allein um ein Viertel. In Industrien, in denen zwar überdurchschnittlich intensive, jedoch nicht extrem aufwendige FuE-Aktivitäten üblich sind („Hochwertige Technik“), entwickelte sich das Auslandsgeschäft etwas weniger stürmisch (gut 10 % Zuwachs im Durchschnitt seit 1995). In den Industriezweigen außerhalb des forschungsintensiven Sektors belief sich der jahresdurchschnittliche Zuwachs des Auslandsumsatzes hingegen auf 5 bis 6 %. In diesem Sektor hat die preisliche Wettbewerbsfähigkeit ein vergleichsweise höheres Gewicht als die Innovationswettbewerbsfähigkeit; insofern profitierte er gerade im Jahre 2000 stark von der realen Abwertung der D-Mark.

Trotz dieser – in D-Mark gerechneten – enormen Steigerungen der deutschen Ausfuhren von forschungsintensiven Gütern hat der deutsche Anteil am Welthandel jedoch nachgegeben. Kurzfristig rechnerisch ist dies auf die schwächere Notierung der DM zurückzuführen[5)] (vgl. Abb. 3-6). Selbst im Jahre 2000 dürfte der Abwertungseffekt nicht durch die kräftigen positiven Mengeneffekte überkompensiert worden sein. Die USA sind mit Abstand das größte Exportland von FuE-intensiven Waren mit einem Welthandelsanteil von über 20 %. Deutschland folgt auf gleicher Höhe mit Japan (14 %). Bei Japan ist in Rechnung zu stellen, dass die jüngsten Daten noch schwer von der Asienkrise gezeichnet sind. Diese brachte massive Absatzprobleme für japanische Produkte vor der eigenen Haustür mit sich.

Produktion, Beschäftigung und Investitionen im forschungsintensiven Sektor

Im Sog der Auslandsnachfrage gelang es forschungsintensiven Industrien in Deutschland, sich aus der Rezession der ersten Hälfte der 90er-Jahre zu lösen. Sie beanspruchen mittlerweile 42½ % der **Industrieproduktion** für sich (1991: 39 %), davon 7 % der Spitzentechniksek-

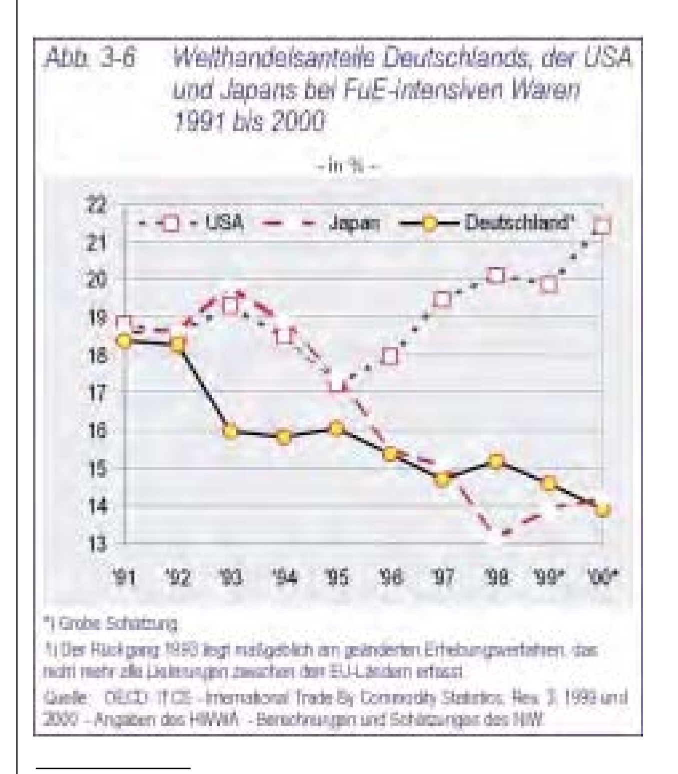


Abb. 3-6 Welthandelsanteile Deutschlands, der USA und Japans bei FuE-intensiven Waren 1991 bis 2000

*) Grobe Schätzung
1) Der Rückgang 1993 liegt maßgeblich am geänderten Erhebungsverfahren, das nicht mehr alle Lieferungen zwischen den EU-Ländern erfasst
Quelle: OECD: ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000 - Angaben des HWWA - Berechnungen und Schätzungen des NIW

4) Zur Abgrenzung vgl. Übersicht A-1 sowie Abschnitt 4.1.1.

5) In jeweiligen Landeswährungen gerechnet hat Deutschland gegenüber den USA eher an Boden gewonnen.

tor. Das für hoch entwickelte Volkswirtschaften typische Strukturwandelmuster setzt sich Jahr für Jahr in Deutschland durch, zuletzt gar beschleunigt: Der forschungsintensive Sektor gibt den Takt für das Wachstum der Industrie an (8 bis 9 % Produktionszuwachs im Jahre 2000, vgl. Abb. 3-7), die übrigen Industrien stagnieren mittel- und langfristig eher, nehmen jedoch in Konsolidierungsphasen des Booms ebenfalls am Wachstum teil (3 bis 3 ½ % im Jahre 2000). Die Prognosen für 2001 sehen entsprechend aus: Je nach Annahme 5 bis 6 % im forschungsintensiven Sektor, Stagnation bzw. ein geringes Produktionswachstum für die übrigen Industrien[6]. Innerhalb des forschungsintensiven Sektors gewinnen vor allem die Spitzentechniksektoren an Boden. Der Bereich der Hochwertigen Technik ist sehr heterogen; dort gibt es einige Sparten, die beachtliche Wachstumsprobleme haben.

Im FuE-intensiven Sektor der Industrie waren im Jahre 2000 mit knapp 2,4 Mio Beschäftigten über 39 % der insgesamt 6,1 Mio Industriebeschäftigten tätig (7½ % in der Spitzentechnik, 31½ im Sektor Hochwertige Technik). Trotz des anhaltend hohen Produktionszuwachses wurde die **Beschäftigung** im forschungsintensiven Sektor über Jahre hinweg zurückgenommen. Gegen Ende der 90er-Jahre ist ein kleiner Lichtblick zu verzeichnen, der jedoch keine grundsätzliche Umkehr vom Trend (vgl. Abschnitt 4.1.1) signalisiert: Im Sog des starken Wachstums der Produktion (über 20 % seit 1997) wurde das Beschäftigungsniveau bis zum Jahre 2000 um insgesamt 2 % (50 000 Personen) angehoben (vgl. Abb. 3-8). Hieran kann man ermessen, welche Produktionssteigerungen auch künftig erforderlich sind, um die Arbeitsplätze im forschungsintensiven Sektor zu halten. Würde man beispielsweise den Automobilbau herausrechnen – die Zahl der Beschäftigten ist dort seit 1997 um über 65 000 gestiegen –, dann wäre die Beschäftigungsbilanz des forschungsintensiven Sektors weiterhin negativ. Der nicht forschungsintensive Sektor der Industrie baut – entsprechend der Wachstumsdifferenzen zum forschungsintensiven Sektor – weiter Arbeitsplätze ab.

Die **Investitionstätigkeit** des forschungsintensiven Industriesektors ist deutlich reger als in der übrigen Industrie



Abb. 3-7 Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 1999

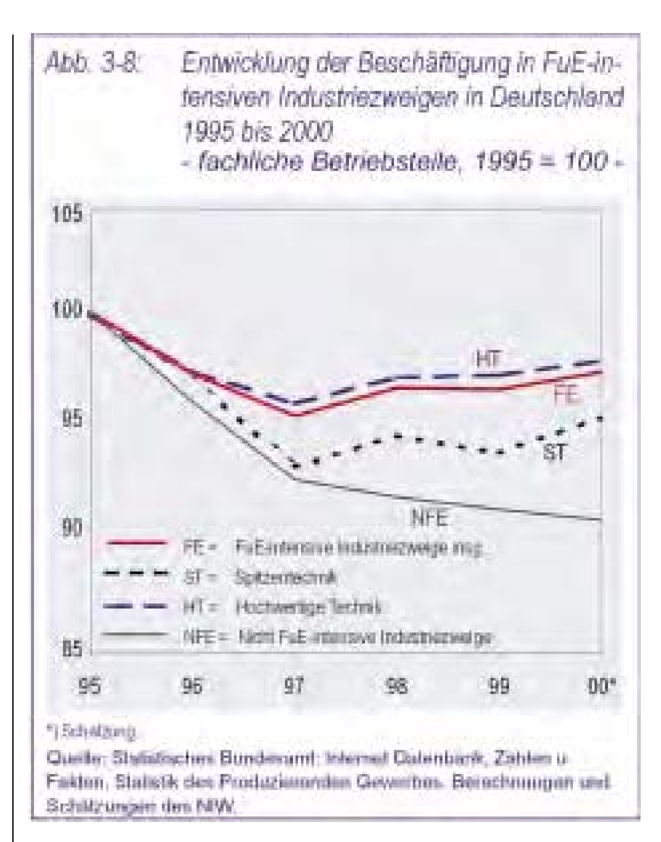


Abb. 3-8: Entwicklung der Beschäftigung in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1995 bis 2000 - fachliche Betriebsteile, 1995 = 100 -

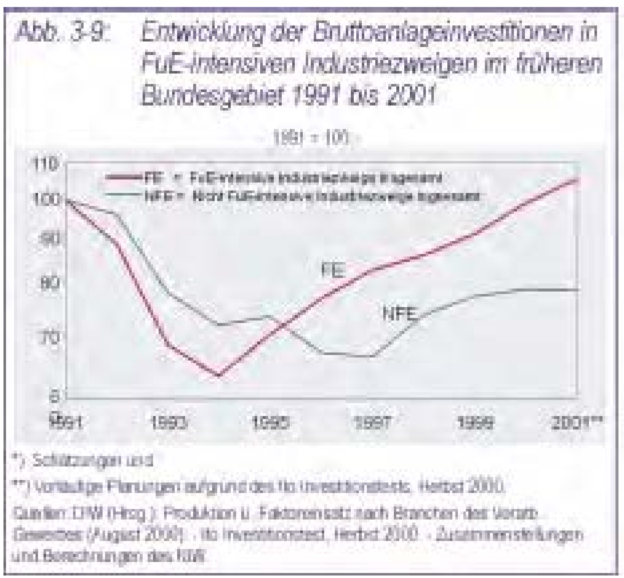


Abb. 3-9: Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven Industriezweigen im früheren Bundesgebiet 1991 bis 2001

---

6) Prognosedaten des DIW bzw. der WestLB.

(vgl. Abb. 3-9). Sie muss im Vergleich zu früheren Boomphasen dennoch als eher zurückhaltend bezeichnet werden: Der Funke aus der explosionsartig gestiegenen Auslandsnachfrage ist nicht vollständig in mittelfristigpositive Wachstumserwartungen umgesetzt worden und entsprechend nur schleppend auf die Investitionstätigkeit übergesprungen. Das Investitionsvolumen im forschungsintensiven Sektor hat lange Zeit praktisch auf Rezessionsniveau verharrt. Erst im Jahre 2000 konnte in Westdeutschland das nominale Volumen von Anfang der 90er-Jahre erreicht werden. Die neueste Erhebung des ifo-Instituts für das Jahr 2001 lässt weitere Steigerungen der Investitionstätigkeit erwarten, während im übrigen Sektor der Industrie offensichtlich wieder eine „Nullrunde“ geplant ist.

Wissensintensive Dienstleistungen: Beschäftigung und Gründungen

Die Bedeutung technologieorientierter Aktivitäten für die gesamtwirtschaftliche Erfolgsbilanz lässt sich durch forschungsintensive Industrien allein nicht mehr hinreichend erfassen (vgl. Abschnitt 4.1.2). Vielmehr prägt das Zusammenspiel von forschungsintensiv produzierenden Industrien und von wissensintensiven Dienstleistungen die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften, wobei sich im langfristigen Trend der Bedeutungsgewinn des Dienstleistungssektors beschleunigt hat. Die Zunahme der Beschäftigung im Dienstleistungssektor hat sich auch aktuell weiter durchgesetzt: Während im Produzierenden Gewerbe die Zahl der Arbeitsplätze von 1998 auf 1999 um 300 000 zurückgegangen ist, sind bei gewerblichen Dienstleistungen rund 450 000 hinzugekommen, davon rund die Hälfte in den wissensintensiven Sparten (vgl. Tab. A-2). Die größten Zuwachsraten zeigen neben der Immobilienbranche IuK-Dienstleistungen (Softwarehäuser, Datenverarbeitungsdienste, Service, Instandhaltung), Werbung und die Medienwirtschaft.

IuK-Dienstleistungen prägen auch den drastischen Anstieg der Unternehmensgründungen im Dienstleistungssektor (vgl. Abschnitt 4.1.3) seit 1998. Diese Gründungswelle – im Vergleich dazu ist die Zahl der Unternehmensgründungen im technologieorientierten Sektor der Wirtschaft in Westdeutschland in den 90er-Jahren eher nur dahingeplätschert – ist fast ausschließlich mit dem Durchbruch des Internets verbunden.

4. Langfristige Trends in der technologischen Leistungsfähigkeit

In diesem Kapitel werden langfristige Entwicklungslinien und strukturelle Muster der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands im internationalen Vergleich skizziert. Ziel ist es – soweit die Datenlage dies zulässt –, wesentliche Veränderungen in den Trends und Verhaltensweisen in den letzten 20 Jahren aufzuzeigen.

4.1 Sektoraler Strukturwandel: Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland

Der weltwirtschaftliche Strukturwandel ist durch zwei „Megatrends“ geprägt, die sich in den letzten zwei Jahrzehnten auch in Deutschland stark durchgesetzt haben (vgl. Abb. 4-1):

– Erstens begünstigt er den Dienstleistungssektor. Die physische Industrieproduktion nimmt zwar nach wie vor zu, Wertschöpfung und Beschäftigung entfallen jedoch immer mehr auf den Dienstleistungssektor: Etwa drei Viertel des Einkommenswachstums in den Industrieländern kann dem Wachstum des Dienstleistungssektors zugerechnet werden[7].

– Zweitens haben sich wissensintensive Wirtschaftszweige allenthalben eine bessere Position verschafft, im Industrie- wie im Dienstleistungssektor. Gerade bei forschungs- und wissensintensiven Gütern und Dienstleistungen kommen die Vorteile hoch entwickelter Volkswirtschaften (hoher Stand des technischen Wissens, hohe Investitionen in FuE, hohes Qualifikationsniveau der Erwerbspersonen) am wirksamsten zur Geltung.

Eine herausragende Rolle sowohl bei der Dienstleistungs- als auch bei der Wissensintensivierung der Wirtschaft spielen Informationstechniken (vgl. Abschnitt 6.3 und Kap. 7).

4.1.1 Strukturwandel in der Verarbeitenden Industrie

Bedeutsam für den Innovationsprozess ist der Einsatz von Forschung und experimenteller Entwicklung (FuE). Deshalb konzentriert sich die Betrachtung der strukturellen Veränderungen vor allem auf die forschungsintensiv produzierenden Industrien. Dabei wird zwischen Industrien der Spitzentechnik, in denen sehr aufwendig FuE betrieben wird, und Industrien der Hochwertigen Technik, in dem überdurchschnittlich intensiv, jedoch nicht extrem aufwendig wie im Spitzentechniksektor FuE betrieben wird, unterschieden[8].

[7] Vgl. OECD (2000).

[8] Zur Abgrenzung der forschungsintensiven Industrien vgl. Übersicht A-2. Die Differenzierung zwischen Spitzen- und Hochwertiger Technik ist keineswegs derart als Wertung zu verstehen, dass die Spitzentechnik eher „neu“, „modern“ und „wertvoller“, die Hochwertige Technik hingegen „älter“ und „weniger wertvoll“ einzustufen sei. Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr allein durch die Höhe der FuE-Intensität: Güter der Spitzentechnik weisen die höchste FuE-Intensität auf.

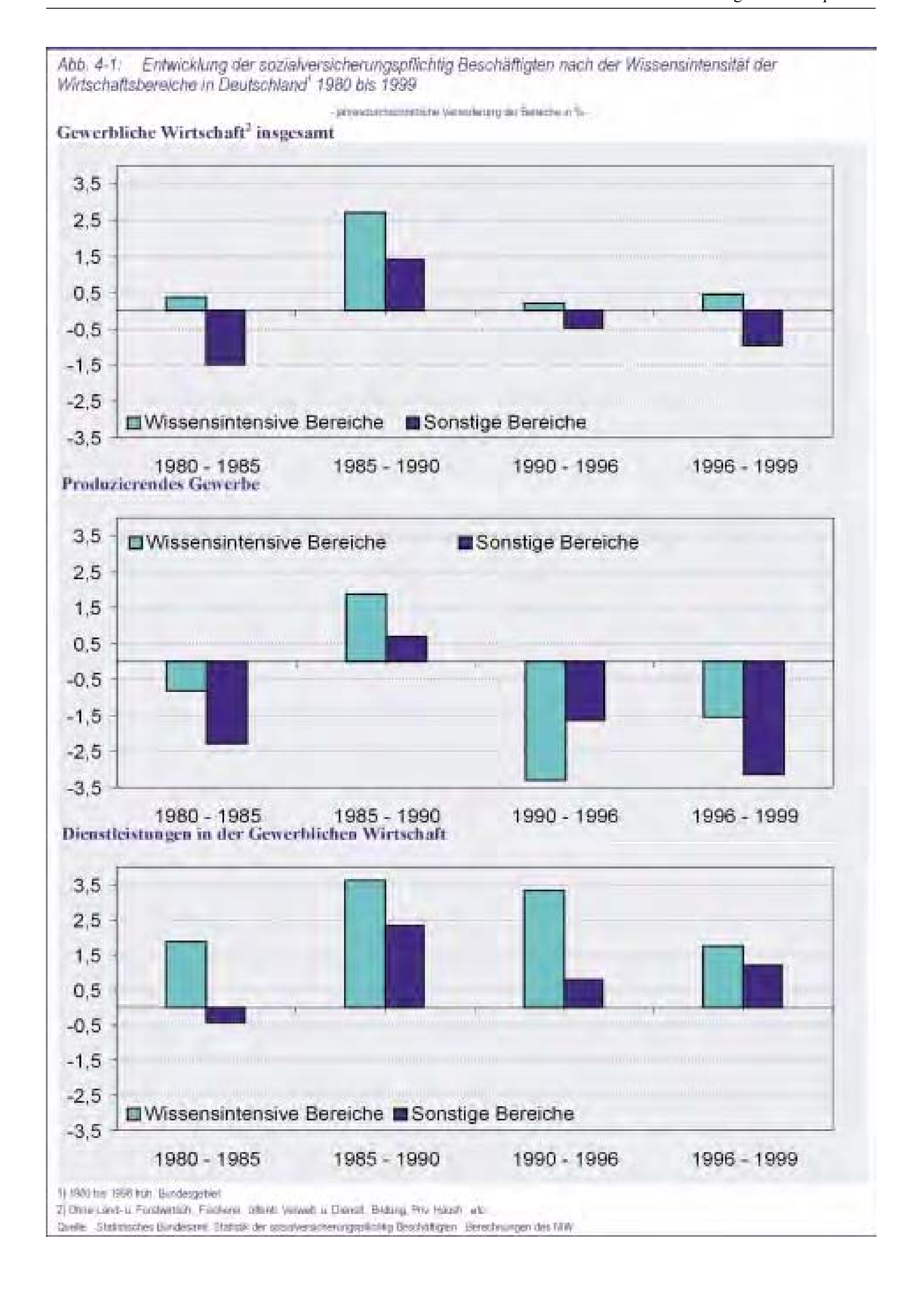


Abb. 4-1: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche in Deutschland[1] 1980 bis 1999

1) 1980 bis 1998 früh. Bundesgebiet

2) Ohne Land- u. Forstwirtsch., Fischerei, öffentl. Verwalt. u. Dienstl., Bildung, Priv. Haush. etc.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten; Berechnungen des NIW

Produktion

In den 80er-Jahren hatte der forschungsintensive Sektor der Industrie eine ausgesprochen günstige Bilanz aufzuweisen. Er war wachstumsstark und verhältnismäßig wenig anfällig gegenüber Rezessionseinflüssen. Insofern entspricht dieses Bild ziemlich genau dem Verlauf, den FuE in der Wirtschaft genommen hat (vgl. Abschnitt 4.3.1): In den 80er-Jahren nahm FuE überdurchschnittlich und kontinuierlich zu; bei einem wachstumsschwachen und konjunkturempfindlichen, forschungsintensiven Industriesektor wäre dies nicht möglich gewesen. Zudem war der forschungsintensive Sektor der Industrie auch beschäftigungsstark (vgl. Abb. 4-2): Saldiert über Zu- und Abgänge sind alle zusätzlich in den 80er-Jahren geschaffenen industriellen Arbeitplätze dort entstanden. Die übrigen Industriezweige lagen in der Wachstumsbilanz hinten und ihr Arbeitsplatzangebot entsprach dem während der Rezession Anfang der 80er-Jahre.

Die 90er-Jahre markieren zumindest in der ersten Hälfte eine Wende (vgl. Abb. 4-3).

– Zunächst geriet der forschungsintensive Sektor im Anschluss an den Boom nach der deutschen Vereinigung in eine Rezession: Die (hohen) FuE-Anstrengungen der späten 80er-Jahre konnten in einer Phase des weltweiten Abschwungs und geringer preislicher Wettbewerbsfähigkeit nur schwer in Innovationen umgesetzt werden, für die auch ein breiter Markt bestanden hätte. Als Reaktion darauf wurden auch die FuE-Aufwendungen stark nach unten angepasst (vgl. Abschnitt 4.3.1).

– Den forschungsintensiven Industrien gelang es, nicht zuletzt angetrieben von der guten Auslandsnachfrage, sich von der Talsohle zu lösen. Die übrigen Industriezweige finden hingegen keinen Wachstumspfad, der als nachhaltig bezeichnet werden könnte. Auch Ende der 90er-Jahre ist deren Dynamik überaus schwach.

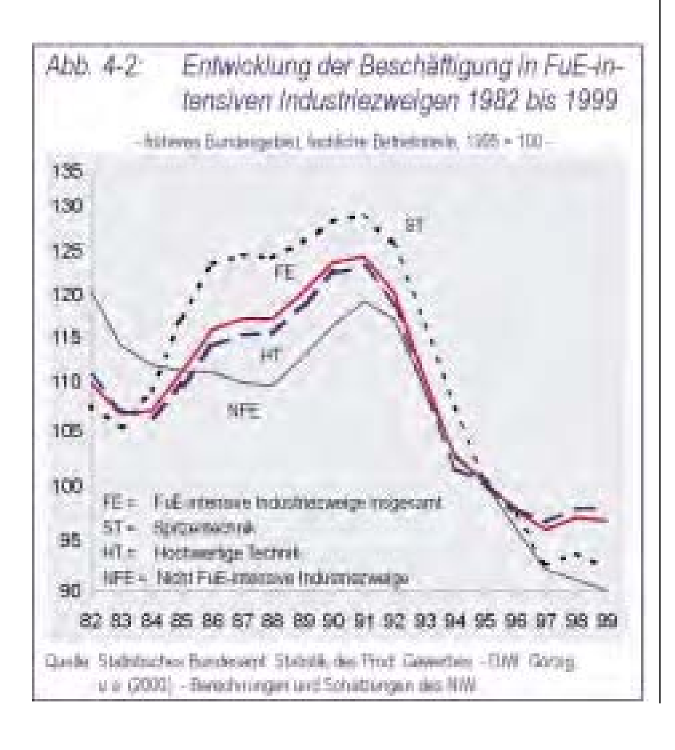


Abb. 4-2: Entwicklung der Beschäftigung in FuE-intensiven Industriezweigen 1982 bis 1999

– früheres Bundesgebiet, fachliche Betriebsteile, 1995 = 100 –

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik des Prod. Gewerbes. – DIW: Gornig u. a. (2000). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.



Abb. 4-3: Entwicklung der Nettoproduktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1980 bis 1999

– fachliche Unternehmensteile, 1995 = 100 –

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik des Produzierenden Gewerbes. Berechnungen des NIW.

Das aus den 80er-Jahren bekannte sektorale Strukturwandelmuster setzt sich mit Verzögerungen wieder durch – auf einem insgesamt niedrigeren Expansionsniveau.

– Innerhalb des forschungsintensiven Sektors zeigen sich strukturelle Differenzierungen: Spitzentechniksektoren (vgl. Tab. A-3) haben im Aufschwung mit einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate der Produktion von 6,5 % zugelegt. Im Spitzentechniksektor werden neue, grundlegende Technologien entwickelt, welche die Wachstumsmöglichkeiten der Wirtschaft prinzipiell erweitern. Deshalb konnten einige dieser Bereiche – so die Nachrichtentechnik und Pharmazeutische Grundstoffe – auch die Rezession robust überstehen. Generell liegen die dem IuK-Sektor zugeordneten Spitzentechnikindustrien an der Spitze der Wachstumshierarchie. Strukturprobleme sind aber auch bei Spitzentechniken keineswegs auszuschließen: Nach den Reformen in Ost- und Mitteleuropa zählen der Luft- und Raumfahrzeugbau und die Waffenindustrie zu den Verlierern im Strukturwandel, sie sind sogar geschrumpft.

– Die Industrien der Hochwertigen Technik greifen die neuen technologischen Möglichkeiten auf und kommerzialisieren sie zu neuen Produkten und Prozessen. Sie sind jedoch als Hersteller von Produktions- und Investitionsgütern im Allgemeinen konjunkturabhängiger als Spitzentechniken. Der Sektor Hochwertige Technik ist mit einer Rate von 4 % p. a. seit 1993 ebenfalls überdurchschnittlich gewachsen. Nicht alle Industrien der Hochwertigen Technik können an ihre Rolle und ihre Wachstumsbilanz der 80er-Jahre anschließen. Ihr Wachstumsbild ist zunehmend heterogener geworden. Die Expansion „lebt“ seit Jahren weitgehend vom stabilen Wachstumskurs des Automobilbaus und seinen Zulieferern aus der

Chemieindustrie sowie von einzelnen Maschinenbaufachzweigen. Ansonsten fehlt jedoch die Dynamik, viele Industriezweige sind eher als „Mitläufer im Konjunkturzyklus" als als treibende Kraft zu bezeichnen. Manche haben auch ernsthafte Nachfrageprobleme, die eng mit der Entwicklung ihrer Hauptkunden zusammenhängen (z. B. Schienenfahrzeuge, Bau-, Bergbau- und Nahrungsmittelmaschinen).

– Ganz hinten in der Wachstumsrangliste liegen die Industrien, in denen FuE als unternehmerischer Aktionsparameter keinen sehr hohen Stellenwert hat. Der weniger forschungsintensiv produzierende Teil der Industrie hat Ende der 90er-Jahre praktisch erst das Vorrezessionsproduktionsniveau erreicht.

Die mittelfristige Sicht macht deutlich, dass die Richtung des industriellen Strukturwandels in Deutschland zwar dem Entwicklungsmuster entspricht, das von einem Hocheinkommensland zu erwarten ist, in den 90er-Jahren fehlte jedoch auch dem forschungsintensiven Sektor die Dynamik seiner Produktionsmöglichkeiten: Die Ausweitung der Produktionskapazitäten aus der Rezession heraus mit 1 % jährlich ist im Vergleich zum Aufschwug der 80er-Jahre (3 %) als schwach zu bezeichnen (vgl. Abb. 4-4). Erst jüngst hat es hier einen Anstieg gegeben. Zudem sind die „Ausschläge" der Produktion auch dort heftiger geworden. Indiz für die Verunsicherung der Investoren sind die Investitionsquoten, die in den letzten Jahren weniger einem zyklischen Muster folgen, sondern in sehr kurzen Perioden kräftig und unstet oszillieren (vgl. Kapitel 3). Dies deutet auf schnelle Revision von Investitionsplänen hin.

Beschäftigung

Ein Vergleich der Anteile des forschungsintensiven Sektors an der Produktion (41,5 % im Jahre 1999) mit seinen Beschäftigungsanteilen (39 %) macht deutlich: Das Produktivitätsniveau ist im forschungsintensiven Sektor überdurchschnittlich hoch, insbesondere in der Hochwertigen Technik (Produktionsanteil 35 %, Beschäftigungsanteil 31,5 %). Beschäftigung und Produktion haben sich im deutschen forschungsintensiven Sektor zudem in den 90er-Jahren entkoppelt: Trotz des anhaltenden und z. T. hohen Produktionszuwachses wurde die Beschäftigung über Jahre hinweg zurückgenommen. Die Beschäftigungsbilanz des forschungsintensiven Sektors ist bei Betrachtung der 90er-Jahre insgesamt auch nur unwesentlich günstiger als die der übrigen Industrien, trotz seines hohen Wachstumsvorsprungs. Dies erklärt sich nicht nur durch eine deutlich beschleunigte Steigerung der Arbeitsproduktivität im Aufschwung der 90er-Jahre auf rd. 6 % jährlich im Vergleich zu knapp 3,5 % in den 80er-Jahren. Außerdem steigen die Produktivitätsdifferenzen zum nicht forschungsintensiven Sektor an (vgl. Tab. 4-1). Erklärbar ist diese Entwicklung vor allem durch den internationalen Konkurrenzdruck, der im forschungsintensiven Sektor besonders scharf ist. Indiz dafür sind die sehr hohen Aus- und Einfuhrquoten bei forschungsintensiven Waren. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass trotz der hohen Innovations- und Qualitätskomponente auch Preise als Wettbewerbsfaktor hohes Gewicht haben – insbesondere im Sektor Hochwertige Technik[9]. Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit wiegt umso schwerer, je weniger die Unternehmen sich dem Innovationswettbewerb stellen. Nicht alle Teilnehmer am industriellen Aufschwung im Deutschland der 90er-Jahre sind von einer he-



Tab. 4-1

Strukturkennziffern der westdeutschen Industrie im Aufschwung

	forschungsintensiver Sektor		übrige Sektoren	
	1982 - 1990	1993 - 1999	1982 - 1990	1993 - 1999
	– jahresdurchschnittliche Veränderungen in % –			
Produktions-potenzial	2,8	0,9	1,3	0,2
Produktion	3,7	4,0	2,5	0,7
Beschäftigung	1,1	-2,4	0,0	-3,1
Arbeitsproduk-tivität	3,4	5,9	2,7	3,8
Auslandsum-satz	5,9	9,1	4,7	5,2
Umsatz	6,0	5,7	3,6	0,7
Kapitalinten-sität	2,7	2,0	0,9	2,6
Kapitalproduk-tivität	0,7	3,9	1,7	1,1

Die jeweiligen Anfangsjahre stellen das Jahr der niedrigsten, die jeweiligen Endjahre das Jahr der höchsten Kapazitätsauslastung in der Aufschwungperiode dar.

Quelle: Görzig u. a. (2000). – Berechnungen des NIW.

[9] Indiz hierfür sind u. a. die hohen Kostensenkungseffekte von Innovationen im Sektor Hochwertige Technik, die signifikant kräftiger ausfallen als im Sektor Spitzentechnik. Vgl. Janz u. a. (1999).

rausragenden Innovationstätigkeit geprägt (vgl. Abschnitt 4.3.2). Dort allerdings, wo FuE und Innovationen am schnellsten vorangetrieben wurden – z. B. im Automobilbau – konnten bei günstiger Konjunktur und einer aus der Sicht der Exporteure sehr vorteilhaften Wechselkursentwicklung auch wieder Personalzuwächse vermeldet werden (vgl. Tab. A-4).

4.1.2 Wechselspiel zwischen Industrie und Dienstleistungen

Das Wachstum der Dienstleistungsbranchen beruht zum einen auf einer mit zunehmendem Wohlstand überproportional steigenden Endnachfrage nach hochwertigen Dienstleistungen, zum anderen ist jedoch der Boom der Dienstleistungen vor allem durch eine „Tertiarisierung der Produktion“ zu erklären. Der zunehmende „Vorleistungsverbund“ zwischen Industrie und Dienstleistungen ist auch eine treibende Kraft im Innovationsgeschehen[10].

Dienstleistungen als Innovationsmotoren

Innerhalb des Dienstleistungssektors treten insbesondere seine „wissensintensiven“ Wirtschaftszweige[11] als Anbieter von neuem Wissen und als Nachfrager von neuen Technologien auf:

– Hochwertige Dienstleistungen bestimmen als **Kunden** immer stärker die Richtung von Innovationen, die Industrie orientiert sich immer mehr an deren Bedürfnissen (IuK-Technologien, Infrastruktur und Ausrüstungen in Verkehr und Kommunikation, Medizintechnik und Pharmazie usw.). Dabei gibt es zwischen den Industrien deutliche Unterschiede: Rund 40 % aller innovativen Unternehmen der Spitzentechnik beziehen ihre Impulse aus dem Dienstleistungssektor. Hierbei spielen unternehmensnahe, distributive und öffentliche Dienstleistungen eine annähernd gleich große Rolle. Dienstleistungen haben als Impulsgeber für Innovationen von Unternehmen der Spitzentechnik eine deutlich größere Bedeutung als etwa Ergebnisse aus Wissenschaft und Forschung. In der Hochwertigen Technik kommt Dienstleistungen als Innovationsquelle hingegen eine vergleichsweise geringe Bedeutung zu. Entsprechend ihrer Funktion als Hersteller von Produktions- und Investitionsgütern haben sie eher Kontakt zu anderen Industrieunternehmen.

– Ebenfalls zugenommen hat die Nachfrage der Industrie nach wissensintensiven Dienstleistungen, insbesondere nach solchen mit **„innovationsbegleitendem“** Charakter: Der Dienstleistungssektor ist weniger als Lieferant von FuE-Leistungen relevant, sondern wichtig für den Erfolg von Innovationen (Software, Marketing, Markteinführung, Funktionsprüfungen, Materialtests usw.). Nicht zuletzt ist diese Funktion für die nichtforschungsintensiven Industrien wichtig, die weniger gut mit entsprechendem Personal ausgestattet sind, obwohl auch Unternehmen der Spitzentechnik sich durch externe Dienstleistungen im Innovationsprozess verstärken.

– Aber auch unternehmensorientierte Dienstleister benötigen zu ihrer kontinuierlichen Entfaltung immer wieder Impulse aus den forschungsintensiven Zweigen der Industrie. Dies gilt vor allem für IuK-Dienstleister und technische Berater.

– Dienstleistungsunternehmen fungieren darüber hinaus vielfach als „Transformatoren“ und „Horchposten“: Sie nehmen neue Nachfragetrends wahr, greifen diese auf und setzen sie in innovative Produktlösungen um. In dieser Funktion sind sie ein wichtiges Bindeglied zwischen Nachfragern und Technologieproduzenten in der Industrie. Insofern relativiert sich die gelegentlich geäußerte These der „De-Industrialisierung“ beträchtlich.

Es herrschen zweiseitige Abhängigkeiten („Interaktionsthese“). Insofern ist es nicht verwunderlich, dass „auf beiden Seiten“ – also im Waren und im Dienstleistungen produzierenden Sektor – jeweils die wissensintensiven Sektoren eine günstigere Beschäftigungsentwicklung notieren können. Sie bauen auf den Einsatz von hoch qualifiziertem Personal und verfügen damit über größere Innovationsmöglichkeiten.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass Dienstleistungen im Innovationsgeschehen mittlerweile auch eine gehörige „Eigendynamik“ entfaltet haben und sich wechselseitig Innovationsimpulse geben. Im Zentrum steht dabei der Sektor unternehmensnahe Dienstleistungen und darunter vor allem EDV-Dienstleistungen.

Beschäftigungspotenziale wissensintensiver Dienstleistungen

Auch hinsichtlich der Beschäftigungsentwicklung setzen sich – branchenübergreifend – die wissensintensiven Wirtschaftszweige besser durch. Insbesondere im Dienstleistungssektor hat sich dies in Deutschland in den letzten zwei Jahrzehnten bestätigt (vgl. Abb. 4-1)[12].

Im Jahre 1999 waren in Deutschland gut 5,5 Mio sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in wissensintensiven

[10] Vgl. Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

[11] Im Dienstleistungssektor kommt es – anders als in der Industrie – im Innovationsprozess weniger auf Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) an. Ausnahmen sind einige wenige Wirtschaftszweige, die eine enge Anbindung an das Produzierende Gewerbe aufweisen (z. B. IuK- und FuE-Dienstleistungen). Deshalb wird mit der Erfassung von „wissensintensiven“ Wirtschaftszweigen ein anderes, breiter gefasstes Auswahlkriterium als in der Industrie gewählt, das sich hauptsächlich an den qualifikatorischen Anforderungen an die Arbeitskräfte orientiert. Zur Abgrenzung der wissensintensiven Sektoren vgl. Übersicht A-3.

[12] Es gab im Grunde nur eine Ausnahme, nämlich in der ersten Hälfte der 90er-Jahre für die westdeutsche Industrie: Aufgrund spezifischer kurzfristiger Verschiebungen der Nachfragestruktur konnten die weniger wissensintensiven Konsumgüter und Bauleistungen von den ökonomischen Effekten der deutschen Vereinigung profitieren, während die wissensintensiven Teile der Industrie in den Sog der Weltkonjunktur geraten waren.

Dienstleistungszweigen tätig[13]. Dies entspricht knapp 45 % aller Beschäftigten in der gewerblichen Dienstleistungswirtschaft und rund einem Fünftel der Beschäftigten in der Gewerblichen Wirtschaft insgesamt (vgl. Tab. A-2)[14]. Die Sektoren mit den größten Wachstumsraten (neben der Immobilienbranche sind dies IuK-Dienstleistungen wie Softwarehäuser, Datenverarbeitungsdienste, Service, Instandhaltung sowie Werbung und Medienwirtschaft) gelten nach wie vor als die Hoffnungsträger für neue Arbeitsplätze. Aber selbst innerhalb des wissensintensiven Dienstleistungssektors gibt es einen kräftigen Strukturwandel:

– Bei den Finanzdienstleistungen setzt der zunehmende IuK-Einsatz Arbeitskräfte frei – vornehmlich die geringer Qualifizierten.

– Eine Sonderrolle nehmen derzeit Post- und Fernmeldedienste ein: Der Abbau von Arbeitsplätzen im Anschluss an die Privatisierung ist dort noch nicht ganz beendet. Mittelfristig dürfte der steile Wachstumspfad, auf dem sich Telekommunikationsdienstleistungen bewegen, auch wieder beschäftigungswirksam werden. Hier sind bereits Personaleinstellungen in zweistelliger Größenordnung angekündigt.

Internationaler Vergleich

Deutschland hat seine strukturellen Stärken im internationalen Vergleich vor allem bei forschungsintensiven Industrien[15]. Bei wissensintensiven Dienstleistungen liegen die sektoralen Beschäftigungsanteile hingegen unterhalb der EU-Durchschnittswerte (vgl. Tab. A-5) und deutlich unter denen der USA.

Aus internationaler Sicht gibt es unterschiedliche Aussagen zur Position Deutschlands bei Dienstleistungen. Noch hat der Anteil von Dienstleistungsarbeitsplätzen in Deutschland nicht das Niveau der meisten anderen hochentwickelten Volkswirtschaften erreicht[16]. Dies gilt insbesondere für „strategische Unternehmensdienstleistungen" (IuK-Dienstleistungen, technische und nicht technische Beratung, FuE), die eine Schlüsselrolle bei der Steigerung der Leistungsfähigkeit der Wirtschaft insgesamt spielen. Als Hemmschuhe galten bislang Regulierungsbestimmungen und fehlende Exportorientierung der Dienstleistungsunternehmen. Aber Deutschland hat gerade bei unternehmensorientierten Dienstleistungen erkennbar aufgeholt, sodass sich der Abstand verkleinert.

Ingesamt betrachtet reiht sich Deutschland in den 90er-Jahren stärker in die internationalen Strukturwandeltrends ein als dies in den 80er-Jahren der Fall war. Der deutsche „Sonderweg" einer verstärkten Expansion der Industrie ist – zumindest hinsichtlich der Beschäftigungsentwicklung – als abgeschlossen zu bezeichnen. Hierzu haben in den 90er-Jahren auch eine Reihe von organisatorischen Innovationen beigetragen, die Verringerung der Fertigungstiefe, die Globalisierung der Beschaffungsmärkte, „outsourcing" von Dienstleistungsfunktionen usw. Ein immer stärkerer Impuls zum sektoralen Strukturwandel resultiert aus dem Bemühen großer Industrieunternehmen, ihre Fertigungstiefe abzubauen, Dienstleistungsfunktionen von der eigentlichen Fertigungstätigkeit zu trennen und in selbstständige Dienstleistungsunternehmen auszugliedern. Ein wichtiges Motiv für „outsourcing" ist vor allem, dass die ausgelagerten Einheiten auch Kunden außerhalb des eigenen Unternehmens gewinnen sollen. Die Beschäftigungswirkungen von industriellen Innovationen fallen zu einem großen Teil bei den „Nutzern" von Innovationen, insbesondere im expandierenden Dienstleistungssektor an. Produktion und Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien sind deshalb nur im Gesamtzusammenhang zu sehen: Industrielle Technologien liefern die Lösungsansätze, die im Dienstleistungssektor angewendet und dort in Arbeitsplätze umgesetzt werden.

4.1.3 Gründungen in FuE- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen

Der Wandel zur wissensintensiven Wirtschaft findet auch über das Unternehmensgründungsgeschehen statt. Bei der Analyse der Unternehmensgründungen[17] sollte man die erste Hälfte der 90er-Jahre von der zweiten und vor allem die Entwicklung in West- strikt von der in Ostdeutschland (vgl. Abschnitt 5.2) trennen. Die Zahl der Gründungen nimmt in Westdeutschland zwar kontinuierlich zu, jedoch von Jahr zu Jahr mit abnehmenden Zuwachsraten. Weiterhin sollte man berücksichtigen, dass die forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige, von denen die meisten Impulse für den innovativen Strukturwandel ausgehen, nur rund 15 % der Unternehmensgründungen ausmachen. Aber gegen Ende der 90er-Jahre bildet sich eine zunehmende sektorale Differenzierung heraus, die den Trend zu wissensintensiven Dienstleistungen zu unterstreichen scheint:

– In der Industrie gibt es eine steigende Zahl von Gründungen lediglich in der Spitzentechnik (vgl. Abb. 4-5), vornehmlich in Spezialbereichen des Maschinenbaus und bei Instrumenten (Verbrennungsmotoren/Turbinen, elektronische Bauelemente, Messinstrumente und Prozesssteuerungsanlagen). Der Sektor Hochwertige Technik hat hingegen einen starken Einbruch der

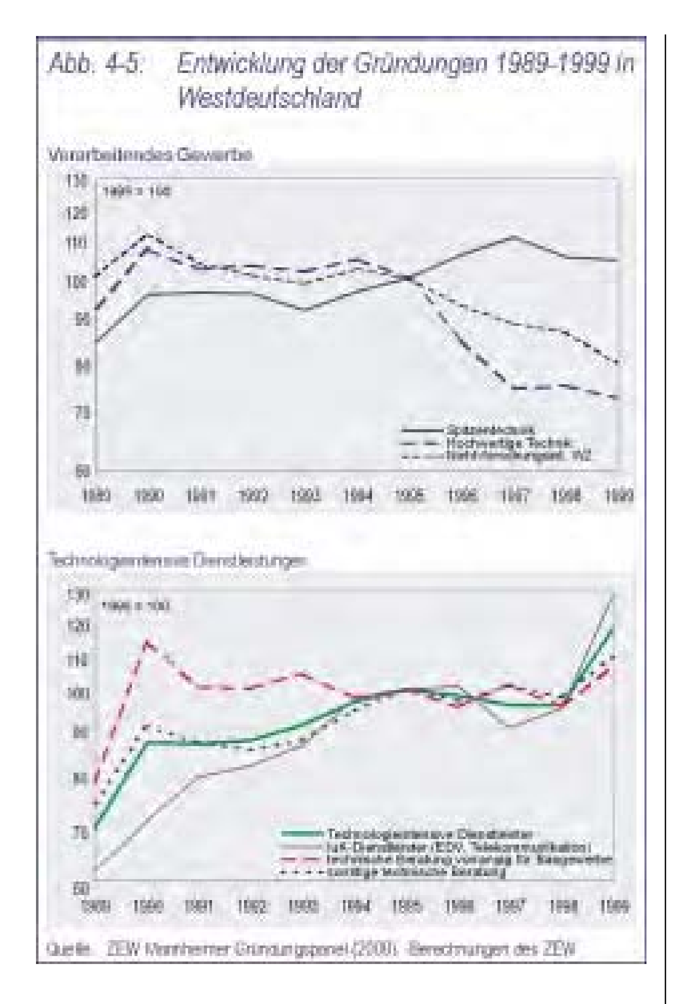
[13] Es ist darauf hinzuweisen, dass Freiberufler, Selbstständige, mithelfende Familienangehörige und Beamte in der hier verwendeten Statistik nicht erfasst werden. Von daher ist mit diesen Ziffern eine deutliche Unterzeichnung des wissensintensiven Sektors einzukalkulieren. Schätzungsweise beläuft sich die Zahl der in wissensintensiven Dienstleistungsbereichen insgesamt (also einschließlich der in der Beschäftigtenstatistik nicht berücksichtigten Personengruppen) erwerbstätigen Personen auf 6,7 bis 6,8 Mio.

[14] Das heißt,es sollte nicht übersehen werden, dass Dienstleistungszweige mit geringeren Anforderungen an die Qualifikation des Personals immer noch die Mehrzahl der Arbeitsplätze im Dienstleistungssektor anbieten.

[15] Deutschland wird hinsichtlich der Bedeutung forschungsintensiver Industrien für die Wirtschaftsstruktur nur von Ländern außerhalb Europas (Japan, Korea) übertroffen.

[16] Deutschland weist einen vergleichsweise kleinen unternehmensbezogenen Dienstleistungsbereich aus, weil Dienstleistungstätigkeiten häufig noch unter dem Dach eines Industrieunternehmens erbracht und damit institutionell dem Industriesektor zugerechnet werden.

[17] Nicht berücksichtigt werden bei den Gründungen neue Selbstständige in einigen freien Berufen wie Rechtsanwälte, Notare, Ärzte usw.



Gründungszahlen erlebt, vornehmlich im Maschinenbau. Im weniger forschungsintensiven Industriesektor nimmt die Zahl der Gründungen ebenfalls kontinuierlich ab.

– Die Zahl der Gründungen in den Branchen wissensintensiver Dienstleistungen zieht Ende der 90er-Jahre kräftig an – im Schnitt jedoch auch nicht mehr als die der Unternehmen aus dem Handel, personenorientierte Dienstleistungen usw. Hierzu tragen Dienstleis-tungsunternehmen bei, die Beratungs- und Serviceleistungen anbieten („nicht technische Berater“). Bei technologieorientierten Dienstleistungsun-ter-nehmen ist dagegen erst in jüngster Zeit eine Dynamik aufgetreten, welche die schwache Entwicklung davor wettmacht. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Unternehmen der IuK-Dienstleistungen (Telekommunikation und EDV-Dienstleistungen), ein Bereich, der auch schon in der ersten Hälfte der 90er-Jahre stark zugelegt hatte. In den Sparten „technische Beratung, Forschung usw.“ ist hingegen eine flache Entwicklung zu beobachten, bei stark an der Bauwirtschaft orientierten Dienstleistungszweigen gar eine stagnierende.

– Die Dynamik der IuK-Gründungen signalisiert eine beschleunigte Diffusion dieser Technologien und hängt in hohem Maße auch mit der Deregulierung in der Telekommunikation zusammen. Die Preissenkungen haben neue Dienstleistungsangebote ermöglicht, mit denen neue Nachfragergruppen erreicht werden konnten. Die Entwicklung am aktuellen Rand wird weniger von den Telekommunikations- sondern eher von den IuK-Dienstleistungen geprägt.

Die **Gründungsraten** – d. h. die Anteile der Neugründungen am Unternehmensbestand – differieren zwischen den Branchen (vgl. Abb. 4-6). Die Abweichungen spiegeln Unterschiede in den Markteintrittsbarrieren wider. Im Dienstleistungssektor sind z. B. die Startkosten für den Aufbau einer neuen Existenz wesentlich niedriger als in der Industrie.

– Am leichtesten fällt der Einstieg in nicht wissensintensive unternehmensnahe und in konsumnahe Dienstleistungen. Auch technologieintensive Dienstleister (EDV/Telekommunikation, Architektur- und Ingenieurbüros, FuE) und nicht technische Berater weisen hohe Gründungsquoten auf.

– In der Spitzentechnik hat sich der Anteil der Neugründungen am Unternehmensbestand in den 90er-Jahren erhöht. Der Anteil ist jedoch im Vergleich zu anderen Sektoren niedrig. Gerade in den „traditionellen“ deutschen Domänen der Hochwertigen Technik spielen Erfahrungswissen, Marktkenntnisse, Netzwerke sowie feste Beziehungen auf Absatz- und Beschaffungsmärkten neben den Kapitalkosten eine große Rolle. Im Spitzentechniksektor hat man es mit grundlegenden technologischen Neuerungen und Produkten vielfach leichter.

– Beachtlich sind vor allem die Gründungswellen im Zusammenhang mit Liberalisierung, Deregulierung und Öffnung im Energiemarkt, in der Finanzwirtschaft (Banken, Versicherungen) und der Telekommunikation, die eine Fülle von neuen Wettbewerbern zum Marktzutritt bewegt haben.



Mit der Gründung von neuen Unternehmen entstehen **Arbeitsplätze.** Direkt sind dies in der Industrie im Schnitt fünf Arbeitsplätze in der Hochwertigen Technik und vier in der Spitzentechnik, im Dienstleistungssektor – auch in seinen wissensintensiven Sparten – meist zwei bis drei. Inwieweit damit Arbeitsplätze in etablierten Unternehmen substituiert werden oder inwieweit sie komplementär zu den bestehenden sind, ist nicht klar zu identifizieren. Tendenziell ist jedoch davon auszugehen, dass die gesamtwirtschaftlichen Arbeitsplatzwirkungen der Unternehmensgründungen im wissens- und forschungsintensiven Sektor per Saldo positiver als in den übrigen Sektoren ausfallen. Denn einerseits wächst die Beschäftigung in diesen Sektoren schneller als in den übrigen Wirtschaftszweigen und zum anderen ist der Anteil der gegründeten Unternehmen, die nach sechs Jahren noch auf dem Markt existieren (die „Überlebensrate"), im innovationsorientierten Sektor höher[18]. Drittens haben die Gründungen in FuE- und wissensintensiven Zweigen häufiger einen komplementären als substitutiven Charakter, d. h. die Verdrängungseffekte von Gründungen fallen schwächer aus.

4.2 Wissensintensivierung und Investitionen in Bildung und Ausbildung

Die Produktion und die Diffusion von „Wissen" nimmt stetig zu – weltweit. Dabei überlagern sich Angebots- und Nachfrageeffekte:

– Zum einen hat das Angebot an gut ausgebildeten Erwerbspersonen zugenommen. Die weltweite und in den 90er-Jahren in vielen Ländern noch verstärkte „Bildungsexpansion", d. h. Investitionen in das „Humankapital", hat seit Jahrzehnten zu einem Anstieg des Ausbildungsstandes der Erwerbsbevölkerung geführt (vgl. Abschnitt 4.2.2).

– Zum anderen fragen Unternehmen immer stärker höhere Qualifikationen nach, denn neue Technologien erfordern neues Wissen und Fertigkeiten. Zudem beschleunigt das schnelle Wachstum der Informationstechnologien die Verbreitung des Wissens und des technischen Fortschrittes.

Beides hat enorme Konsequenzen für die Beschäftigungs- und Qualifikationsstrukturen in der Wirtschaft und damit für die Anforderungen an die Bildungspolitik.

4.2.1 Beschäftigungs- und Qualifikationsstrukturen im internationalen Vergleich

In den Industrieländern spiegelt sich dieser Trend zur „wissensintensiven Wirtschaft" aus der Sicht der Anforderungen an berufliche Fähigkeiten und den Ausbildungsstand vor allem durch zwei einander verstärkende Entwicklungen wider (vgl. Abb. 4-7):

– Die Zahl der Erwerbstätigen mit Dienstleistungsberufen nimmt zu. Fertigungstätigkeiten werden hingegen – auch in der Industrie – ständig weniger benötigt.

– In Dienstleistungs- und Fertigungsfunktionen setzen sich jeweils die qualifizierten Erwerbstätigen durch. Auch dies gilt sektorübergreifend.

Zusätzlich wird die Tendenz zu höherwertigen beruflichen Qualifikationen durch den sektoralen Strukturwandel begünstigt. Denn diejenigen Wirtschaftszweige können die Beschäftigung leichter ausdehnen, die besonders wissens- und forschungsintensiv produzieren (vgl. Abschnitt 4.1). Dies kann für die jüngere Vergangenheit recht gut am Beispiel der Länder der Europäischen Union nachgewiesen werden:

– In der Industrie greifen FuE-intensive Zweige zunehmend stärker auf hoch qualifizierte Erwerbspersonen zurück als weniger forschungsintensive Industrien.

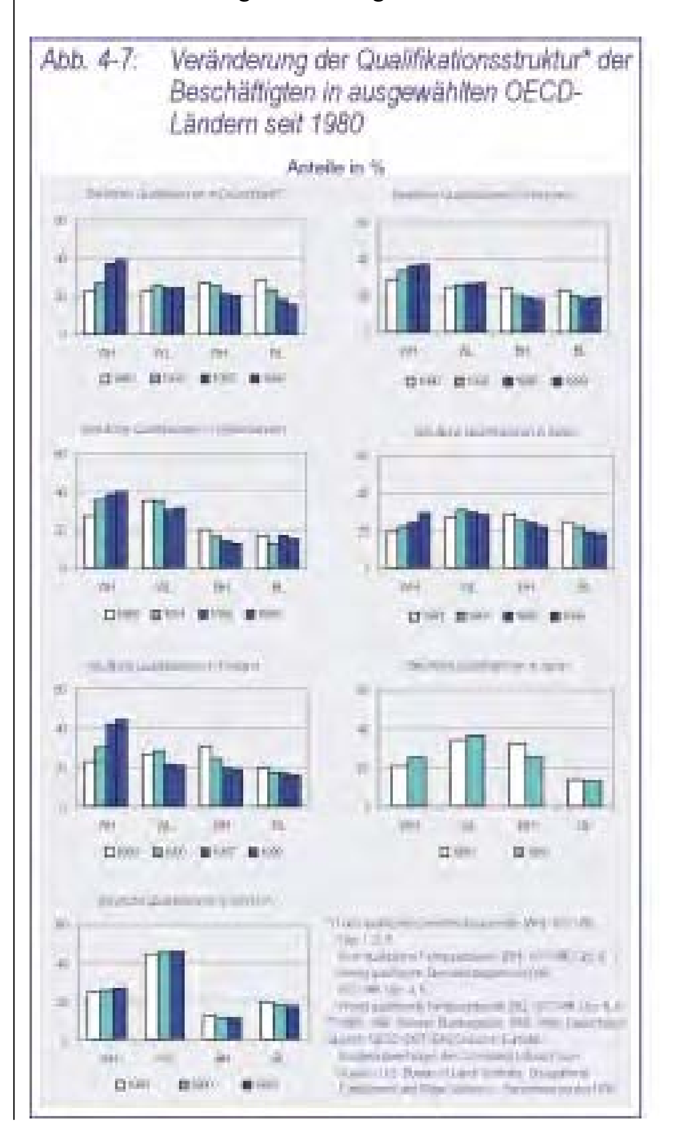


Abb. 4-7: Veränderung der Qualifikationsstruktur* der Beschäftigten in ausgewählten OECD-Ländern seit 1980

18) Vgl. Almus, Nerlinger (1998). Für den nicht-forschungsintensiven Sektor der Industrie ist hingegen nicht von vornherein klar, dass die Beschäftigungseffekte neuer Unternehmen positiv sind. So sank in der ersten Hälfte der 90er-Jahre der Personalbestand von industriellen Unternehmensgründungen außerhalb der Hochtechnologie in den ersten Lebensjahren deutlich unter den Stand zum Zeitpunkt der Gründung. Das geringe Wachstum der überlebenden Neugründungen konnte die Arbeitsplatzverluste der Nicht-Überlebenden bei weitem nicht ausgleichen. In den FuE- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen ist dies deutlich anders.

– Die höchste Dynamik in der Nachfrage nach hoch qualifizierten Erwerbspersonen entfaltet sich jedoch in den wissensintensiven Zweigen des Dienstleistungssektors. Die Qualität der Ausbildung ist deshalb gerade in der Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft der erfolgsbestimmende Faktor.

Ein Ansatz, die „Wissensintensivierung“ der Volkswirtschaften international vergleichend zu messen, ist die Abschätzung der „human resources for science & technology“ (HRST). Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf diejenigen Erwerbstätigen gelegt, die maßgebliche Aufgaben im Innovationsprozess übernehmen. Das sind nach Definition der OECD „Wissenschaftler“ (Berufsgruppe ISCO[19] 2) sowie „Techniker und gleichrangige nicht technische Berufe“ (ISCO 3)[20]. Diese Berufe erfordern oft einen akademischen Berufsabschluss.

Im wissensintensiven Dienstleistungssektor verfügen heute in den EU-Ländern bereits 46 % des Personals über derartige Qualifikationen; in forschungsintensiven Industrien sind es 28 % und im übrigen Dienstleistungssektor 12 %. Deutschland hat im europäischen Vergleich noch einen Qualifikationsvorsprung: Hoch qualifiziertes Personal findet im Vergleich zu den anderen EU-Ländern sowohl in der forschungsintensiven Industrie als auch bei wissensintensiven Dienstleistungen überdurchschnittlich häufig Verwendung (vgl. Tab. A-5)[21].

Innerhalb von Europa ist der Anteil hoch qualifizierter Arbeitskräfte nur in Schweden, den Niederlanden und Finnland noch höher als in Deutschland. Dänemark und mit kleinen Abstrichen Belgien produzieren ähnlich „humankapitalintensiv“ wie die deutsche Wirtschaft. Der Anteil von Hochqualifizierten in Frankreich, Großbritannien, Italien und Österreich liegt deutlich unter dem Niveau dieser Spitzengruppe. Die übrigen EU-Länder haben in dieser Beziehung einen noch größeren Abstand zu Deutschland. Allerdings verschieben sich die Gewichte: Im Aufschwung seit 1995 – ein länger zurückliegender Zeitraum kann aus Datengründen nicht betrachtet werden – haben Spanien, Finnland und die Niederlande die Beschäftigung von hoch qualifizierten Arbeitskräften am schnellsten ausgeweitet. Typische „Aufhol-Länder“ wie Griechenland und Irland folgen. Knapp überdurchschnittlich expandierte der Einsatz von Hochqualifizierten in Belgien, Dänemark, Großbritannien und Italien (vgl. Tab. 4-2, S. 46).

Deutschlands Qualifikationsvorsprung ist in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre – eine längere Zeitreihe liegt für diese Strukturdaten nicht vor – etwas geschrumpft: Insgesamt ist die Beschäftigung von hoch qualifizierten Personen in Europa um 3 %, in Deutschland hingegen nur um 2 % ausgeweitet worden – bei vergleichbarer Entwicklung der Gesamtbeschäftigung. Dabei zeigt sich folgende Differenzierung: Wissensintensive Dienstleistungen können in Deutschland mit dem europäischen „Qualifizierungstempo“ mithalten. Forschungsintensive Industrien haben hingegen weniger intensiv zusätzliches hoch qualifiziertes Personal eingesetzt als dies in den meisten anderen Ländern der Fall war. Einen Anhaltspunkt für die unterschiedliche Entwicklung in Europa könnte folgende Beobachtung liefern: Die Zusatznachfrage nach hoch qualifizierten Erwerbstätigen zeigt im europäischen Aufschwung einen recht engen Zusammenhang mit der Entwicklung der FuE-Intensitäten der europäischen Volkswirtschaften (vgl. Abschnitt 4.3.1.2).

4.2.2 Einsatz von Humankapital in der deutschen Wirtschaft

Auch im Detail betrachtet folgen die Tätigkeitsstrukturen in Deutschland dem internationalen Trend zu Dienstleistungstätigkeiten, während eigentliche Fertigungstätigkeiten in der Industrie immer stärker zurückgedrängt werden. Dadurch haben wenig qualifizierte Personen immer weniger Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Dies zeigen die sehr hohen Facharbeiterquoten unter den Arbeitern und der steigende Anteil von Hochschulabsolventen unter den Angestellten. Ein dritter Trend verstärkt die Nachfrage nach höher qualifiziertem Personal, nämlich der „Weg in die Dienstleistungsgesellschaft“, der zu einem nicht unerheblichen Teil mit dem Einsatz von IuK-Technologien verbunden ist, denn der Dienstleistungssektor beansprucht tendenziell besser ausgebildete Arbeitskräfte als der traditionelle industrielle Sektor (vgl. Tab. 4-3, S. 46 sowie Tab. A-7).

Die Neigung zur „Tertiarisierung der Produktion“, d. h. die Ausweitung der Dienstleistungstätigkeiten, ist in den forschungsintensiven Industrien am ausgeprägtesten. Dort und in den wissensintensiven Sparten des Dienstleistungssektors wird auch die Intensität des Einsatzes von hoch qualifizierten Beschäftigten am schnellsten gesteigert. In der Industrie hat allerdings in den 90er-Jahren die Beschäftigung von Arbeitskräften mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung absolut betrachtet nur langsam zugenommen. Die in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre eher gedämpfte Intensivierung bei Naturwissenschaftlern und Ingenieuren ist im Zusammenhang mit der über Jahre hinweg nachlassenden FuE-Neigung der Industrie zu sehen (vgl. Abschnitt 4.3.1.1), aber auch im Lichte des nur schwach ausgeweiteten Angebots an Absolventen gerade in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern (vgl. Abschnitt 8.3).

Gering qualifizierte Erwerbstätige haben nur noch in wenigen Sektoren Chancen auf zusätzliche Arbeitsplätze, sie werden vielfach freigesetzt. In diesem Sinne äußern sich auch Bildungsbedarfsprognosen[22]. Sie prognostizieren

[19] ISCO ist das Kürzel für die internationale Berufsklassifikation.

[20] Vgl. Abschnitt 4.2.3. Darüber hinaus müssten prinzipiell – vor allem auch im Hinblick auf Analysen innerhalb des Dienstleistungsbereichs – zusätzlich bestimmte Managertätigkeiten, z. B. FuE-Manager aus der Berufshauptgruppe ISCO 1 einbezogen werden. Hierfür liegen jedoch nur unvollständige Daten vor.

[21] Der Einsatz von hoch qualifizierten Beschäftigten liegt in Deutschland mit Ausnahme der Optik usw. sowie des Kreditgewerbes in allen wissens- und forschungsintensiven Wirtschaftszweigen über dem EU-Schnitt.

[22] Vgl. Schüssler u. a. (1999).

Tab. 4-2

Human Resources for Science and Technology (HRST)* in Europa 1995 bis 1999

Länder	Anteil der HRST-Beschäftigten 1999 in %			Veränderung der HRST-Beschäftigten 1995–1999 in % p.a.			Veränderung der Beschäftigung insg. 1995-1999 in % p.a.
	Insgesamt	Forschungs-intensive Industrie	Wissensintensive Dienstleistungen	Insgesamt	Forschungs-intensive Industrie	Wissensintensive Dienstleistungen	
Deutschland	32,7	30,9	51,4	2,1	1,8	4,7	0,2
Großbritannien	24,8	22,9	39,0	3,1	3,8	4,3	1,1
Frankreich	28,0	35,1	41,2	1,6	2,1	2,3	0,8
Italien	24,7	19,6	54,9	2,9	4,3	5,6	0,8
Niederlande	35,0	29,8	55,0	5,9	5,4	7,9	2,9
Schweden	35,8	35,8	45,7	2,2	3,3	2,5	-0,5
Finnland	33,8	30,4	53,9	6,5	4,1	6,3	3,7
Dänemark	32,0	27,8	46,0	3,5	0,1	5,5	1,0
Spanien	20,4	21,7	42,1	7,8	10,0	8,5	3,4
Griechenland[1])	19,3	20,0	54,5	4,5	12,4	8,0	1,3
Portugal	13,7	17,7	38,8	-3,7	-2,9	-5,3	2,3
Belgien	30,8	33,3	47,5	3,7	4,9	4,3	1,3
Österreich	23,4	22,7	42,4	1,6	2,3	4,4	0,0
Irland[2])	20,8	20,6	41,5	9,5	21,6	10,4	6,0
EU-15	27,4	27,6	46,2	2,8	2,9	4,5	1,1

*) ISCO-88, Gruppen 2, 3 (akademische, technische und gleichrangige Berufe). [1]) 1998 [2]) 1997
Quelle: Eurostat: Sonderauswertungen des Community Labour Force Survey. – Berechnungen des NIW.

Tab. 4-3

Indikatoren zu Funktionalstrukturen und Ausbildungskapitalintensität 1980 bis 1999

Indikator	früheres Bundesgebiet			Deutschland			
	1980	1990	1996	1996	1998	1998	1999
	WS 73					WZ 93	
in der deutschen Verarbeitenden Industrie							
Fertigungsintensität Anteil der Arbeiter an den Beschäftigten	70,7	67,6	64,0	64,8	64,7	63,8	63,3
Ausbildungskapitalintensität der Fertigung Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern	39,8	42,7	46,2	49,7	48,9	46,5	46,1
Dienstleistungsintensität Anteil der Angestellten an den Beschäftigten	29,3	32,4	36,0	35,2	35,3	36,2	36,7
Ausbildungskapitalintensität der Dienstleistungen Anteil der Hochschul-/Fachhochschulabsolventen an den Angestellten	10,6	14,9	17,0	18,3	19,4	20,6	20,9
Wisenschaftlerintensität Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieurean den Beschäftigten	2,4	3,3	4,0	3,9	4,1	4,3	4,4
in der deutschen Gewerblichen Wirtschaft*							
Ausgebildetenquote Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung	41,5	67,6	71,1	72,6	72,2	72,0	70,8
Hochqualifiziertenquote Anteil der Hochschul-/Fachhochschulabsolventen an den Beschäftigten	3,7	5,4	6,8	7,4	7,6	6,8	7,1
Wissenschaftlerintensität Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den Beschäftigten	1,9	2,5	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9

*) Nach ‘WS 73’ ohne Landwirtschaft, Staat und private Haushalte; nach ‘WZ 93’ ohne Landwirtschaft, öffentliche Dienstleistungen, Bildung, private Haushalte, etc.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

eine weitere Verschiebung der Arbeitsnachfrage von geringen zu hohen Qualifikationen.

– Abnehmen wird der Anteil von Erwerbspersonen ohne beruflichen Abschluss, aber auch hinsichtlich der Lehrberufe (insbesondere der in Verbindung mit einem Hauptschulabschluss) werden sinkende Anteile prognostiziert. Insgesamt wird diese Gruppe mittelfristig nur noch einen Anteil von einem knappen Viertel ausmachen, nach 36 % im Jahre 1995.

– Zunehmende Anteile werden den Lehrberufen (in Verbindung mit der mittleren Reife) prognostiziert, welche die nach den Projektionen im Jahr 2010 am häufigsten vertretene Qualifikationskategorie bilden werden (28 % nach 20 % in 1995). Ebenfalls zulegen werden Erwerbstätige in der Kombination Hochschulreife plus Lehre/Fachschule (2010: knapp 9 %), aber auch Universitäts- und Fachhochschulabsolventen. Im Jahre 2010 werden 17 % der Beschäftigten Hochschulabgänger sein.

4.2.3 Staatliche und private Investitionen in Bildung, Ausbildung und Weiterbildung

Investitionen in die Erweiterung des Wissens, d. h. vor allem in Bildung, Aus- und Weiterbildung sind bei zunehmender Wissensintensivierung der Weltwirtschaft eine notwendige Voraussetzung für die künftige technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft. Der „Wirkungs-Lag“ von bildungspolitischen Maßnahmen und Investitionen ist jedoch sehr lang: Fehler machen sich erst wesentlich später bemerkbar, Korrekturen tragen ihrerseits erst nach Jahren Früchte.

Bildungsbudgets in Deutschland

Das „Bildungsbudget“ umfasst die Ausgaben für die Durchführung und Förderung von Bildungsmaßnahmen. Es beläuft sich 1999 in Deutschland auf 242 Mrd. DM und entspricht 6,2 % des Inlandsproduktes (vgl. Tab. A-8). Drei Viertel davon werden vom Staat finanziert, ein Viertel privat[23]), überwiegend von der Wirtschaft.

Die öffentlichen Bildungsausgaben insgesamt haben in der langfristigen Betrachtung – am Inlandsprodukt gemessen – eine Berg- und Talfahrt mitgemacht. In den 70er-Jahren – in der Hochzeit der Bildungsexpansion – beliefen sie sich auf 5 % des Inlandsproduktes, nahmen dann kontinuierlich auf 4 % ab. Der Anpassungsbedarf in Ostdeutschland ließ die Quote kurzfristig wieder auf 4,5 % ansteigen. Danach hat der Bildungsetat jedoch nicht mehr mit der an sich schon schwachen gesamtwirtschaftlichen Entwicklung mithalten können und sich wieder auf 4 % des Inlandsproduktes eingependelt, mit geringfügiger Tendenz nach unten. Von den Aufgabenbereichen her betrachtet sind die Schwachstellen durchgängig, insbesondere jedoch bei den Ausgaben für die Hochschulen und für die Bildungsförderung zu suchen.

Etwas anders ist dies aus der Sicht der Gebietskörperschaften zu sehen: Auch innerhalb der Haushalte von Bund, Ländern und Gemeinden hat das Bildungsbudget – vornehmlich sind es die Länder, auf die die Ausgaben entfallen – zunächst an Bedeutung verloren (von 15 auf 14 %). Soziales und Innere Sicherheit haben – was die Ausgabensteigerungen angeht – in den 90er-Jahren in den öffentlichen Haushalten deutlich höheres Gewicht bekommen als der Bildungsbereich. In jüngster Zeit haben die Gebietskörperschaften die Bildungsetats wieder leicht ausgedehnt. Der Anteil des Bildungsbudgets am Gesamthaushalt der Gebietskörperschaften soll sich daher im Jahr 2000 – wie auch in den Jahren 1998/99 – auf 15 % belaufen.

Angesichts der immensen Bedeutung von Investitionen in Wissen und Bildung für die technologische Leistungsfähigkeit signalisieren die Anstrengungen des Staates bislang noch keine Umkehr, die Bildung eine nachhaltig höhere Priorität in Planung und Vollzug der staatlichen Ausgaben zuweisen würde. Dies ist aber notwendig, da Bildungsinvestitionen nicht in kurzer Frist wirken, sondern lange Vorlaufzeiten haben. Fehlentscheidungen heute machen sich erst wesentlich später bemerkbar. Die Folgen der nachlassenden „Bildungsinvestitionsquote“ in den 80er- und 90er-Jahren für den Bildungsstand der Bevölkerung werden nicht von heute auf morgen korrigiert werden können.

Weiterbildung

Zunehmend wichtiger wird eine ständige Weiterbildung, weil das ökonomisch verwertbare Wissen immer schneller veraltet. Der Bedarf und die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen nimmt mit der „Wissensintensität“ der Branche, mit den betrieblichen Qualifikationsanforderungen und mit der Qualifikation der Erwerbstätigen zu (vgl. Tab. 4-4, S. 48). Es gilt indes nach wie vor, dass die Erstausbildung eine zentrale Rolle für die Berufs-, Bildungs- und Innovationsfähigkeit spielt. Außerdem ist die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen um so höher und die Erträge aus Weiterbildung sind umso nachhaltiger, je besser die Erstausbildung ist.

Die Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen hat sich seit Ende der 80er-Jahre in (West-)Deutschland zwar deutlich erhöht, dafür hat sich die Maßnahmendauer verkürzt. Es gibt darüber hinaus Indizien dafür, dass berufliche Weiterbildung in Deutschland im internationalen Maßstab gesehen nicht sehr intensiv betrieben wird[24]): Die Teilnahmehäufigkeit ist im Schnitt geringer, es wird weniger Zeit für Weiterbildungsmaßnahmen aufgewendet und auch die Arbeitgeber messen Weiterbildung – gemessen an ihrem finanziellen Engagement – geringere Bedeutung bei als in den meisten anderen Industrieländern.

[23]) Die „Dunkelziffer“ dürfte beim privaten Finanzierungsbeitrag hoch sein, denn insbesondere die Ausgaben der privaten Haushalte – z. B. für Weiterbildung – werden wahrscheinlich allgemein zu niedrig geschätzt.

[24]) Vgl. Ochel (2000).

Tab. 4-4

Weiterbildungsquote* nach Qualifikation 1989 und 1997

Qualifikation**/ Wirtschaftszweig	1989 West	1997 West	1997 Ost	1997 Gesamt
ohne Abschluss	4,7	8,7	12,6	9,0
Lehre	10,9	13,8	20,0	15,0
Meister und Techniker	20,9	25,4	28,7	26,0
Fachhochschul-absolventen	22,1	28,6	36,2	31,6
Universitäts-absolventen	25,3	29,9	36,5	31,3
Weiterbildungs-quote insgesamt	12,4	16,2	24,3	17,7
forschungsintensive Industrie***	14,1	17,7	24,4	18,4
hochwertige Technik	-	16,7	24,6	17,6
Spitzentechnik	-	21,7	23,8	21,9
wissensintensive Dienstleistungen	19,2	23,8	31,0	24,9

* Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen (außer Grundausbildung) in den zwei letzten Jahren in Prozent der Erwerbstätigen.

** Höchsterworbener Abschluss.

*** Für 1989 ist eine Unterscheidung zwischen Hochwertiger- und Spitzentechnik wie für 1997 aufgrund von einem zu hohen Aggregationsgrad bei der Klassifikation der Wirtschaftszweige nicht möglich.

Quelle: Mikrozensus. – Berechnungen des ZEW.

Internationale Maßstäbe: Aktivitäten und Ausbildungsstand

Der internationale Vergleich im Bildungsbereich ist wegen der unterschiedlichen Bildungssysteme und -traditionen problematisch. Die Zahlen sollten daher im einzelnen dort nicht überbewertet werden, wo sich nur geringfügige Unterschiede ergeben. Alles in allem werden aber einige deutsche Stärken und Schwächen deutlich. Ein längerfristiger Vergleich, der substanzielle Verschiebungen zwischen den Volkswirtschaften und veränderte Verhaltensweisen signalisieren könnte, ist aufgrund fehlender internationaler Zeitreihen kaum durchführbar.

In den 90er-Jahren liegt Deutschland mit einem – an internationalen Konventionen gemessenen – Anteil der gesamten (öffentlichen und privaten) Bildungsausgaben am Inlandsprodukt von 5,7 % im Mittelfeld der Industriestaaten (im OECD-Durchschnitt 6,1 %, im Ländermittel: 5,8 %[25]). Nordamerika und Skandinavien liegen vorne (vgl.Tab. 4-5)[26]. Allerdings ist wie in Deutschland die Tendenz in mehreren Industrieländern nach unten gerichtet – zumindest bei Betrachtung der 90er-Jahre. Auch in der zeitlichen Entwicklung hält sich Deutschland deshalb mit einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate der „Investitionen in Wissen“[27] von 2,8 % von Mitte der 80er- bis Mitte der 90er-Jahre etwa im Mittelfeld der OECD-Länder. Insbesondere Dänemark, Finnland, Japan und Norwegen rangieren bei dynamischer Betrachtung besonders deutlich vor Deutschland.

Es scheint sich weltweit eine wichtige Umschichtung in den **Finanzierungsmitteln** anzudeuten. In den meisten OECD-Ländern sind die Weichen so gestellt, dass der private Sektor in der Bildung immer mehr finanzielle Verantwortung übernimmt. In Deutschland wird bereits seit langem relativ viel an (Erst-)Ausbildung vom privaten Bereich finanziert; der Grund dafür ist in der dualen Berufsausbildung zu sehen. Nur in Korea, Japan und den USA wird ein höherer Teil der Bildungsausgaben privat finanziert. Der grundlegende Unterschied ist: Dort ist die private Finanzierung hauptsächlich auf die tertiäre Ausbildung gerichtet, d. h. auf Abschlüsse an Fachhochschulen oder Universitäten (bzw. deren Äquivalenten).Von daher ergibt sich mit zunehmender „Tertiärisierung“ der Ausbildung international nach und nach eine Umschichtung zugunsten von privaten Finanzierungsmitteln. In Deutschland ist dies angesichts der fast ausschließlich dem Staat überlassenen Finanzierung des Tertiärbereichs genau umgekehrt: Der Finanzierungsbeitrag von Privaten nimmt mit der rückläufigen Bedeutung der dualen Ausbildung leicht ab, während der Staat in den 90er-Jahren seinen Beitrag – gemessen am Inlandsprodukt – zwar in etwa gehalten hat, dem steigenden Bedarf bei Hochschulen allein jedoch nicht nachkommen kann. Deshalb gilt es, vermehrt private Finanzierungsmittel für den Tertiärbereich zu erschließen.

Gerade wegen des Engagements der Wirtschaft in der dualen Berufsausbildung ist Deutschlands Stärke vor allem im Sekundarbereich[28] zu suchen – wie bei vielen Ländern mit hohen Anteilen der Industrie in der Wirtschaftsstruktur. Es ist aber festzustellen, dass Deutschlands Vorsprung schmilzt, insbesondere wenn man die junge Erwerbsbevölkerung betrachtet (Abb. A-2 und Abb. A-3). Denn mittlerweile haben es in einer Vielzahl von Ländern 80 % und mehr der Bevölkerung zumindest zu einem **Sekundar-II-Abschluss** gebracht. Zwischen den hoch entwickelten Industrieländern gibt es unterhalb dieses Bildungsstandes kaum mehr relevante Unterschiede. Dies bedeutet verstärkte Konkurrenz für Deutschland in ausbildungsintensiven Wirtschaftszweigen.

---

[25] Zu Vergleichszwecken könnte Deutschland noch ein Bonus von ca. 0,7 Prozentpunkte für den abweichenden Altersaufbau der Bevölkerung eingeräumt werden, wie die OECD (2000) es vorrechnet. Derartige Bereinigungen werden allerdings mit zunehmender Bedeutung der Weiterbildung und des „lebenslangen Lernens“ eher fragwürdig.

[26] Vgl. auch OECD (2000).

[27] Dieser Posten ist etwas anders abgegrenzt. Er enthält neben den öffentlichen Bildungsausgaben auch die Ausgaben für FuE und für Software. Vgl. OECD (1999).

[28] Haupt-, Real-, Berufsschule und Gymnasium. So entspricht z. B. die duale Ausbildung in Deutschland der Sekundarstufe II. Kurze Studiengänge mit Bachelor-Abschluss in den angelsächsischen Ländern zählen hingegen als Tertiärabschluss. Dies macht die Interpretation von Abschlüssen nicht leicht.

Tab. 4-5

Indikatoren zur Bildung und Ausbildung für ausgewählte OECD-Länder 1993 bis 1997

	Deutschl.		**USA**		**Japan**		**Frankreich**		**Italien**		**Großbritanien**		**Nachrichtl. Durchsch. der OECD-Länder**	
	1993	1997	1993	1997	1993	1997	1993	1997	1993	1997	1993	1997	1993	1997
Ausgaben für Bildung und Ausbildung in % des BIP														
Insgesamt	5,9	5,7	6,8	6,9	4,9	4,8	6,1	6,3	5,1	4,8	nv	nv	5,9	5,8
Darunter:														
Öffentliche Ausgaben[1]	4,5	4,5	5,1	5,2	3,7	3,6	5,6	5,8	5,0	4,6	4,7	4,6	5,3	5,1
Öffentliche Ausgaben[2] in % der Staatsausgaben[3]	9,0	9,8	13,8	16,0	10,5	10,1	10,2	11,1	8,7	9,1	10,3	12,0	11,8	14,0
Ausgaben je Ausbildungsperson														
in KKP-$	5450	-	7341	-	4727	-	4548	-	5021	-	4339	-	4293	-
in % des Pro-Kopf-Einkommens	30	-	30	-	23	-	24	-	28	-	26	-	26	-
Davon:														
Elementarbereich	20	19	15	21	11	13	14	16	19	nv	21	26	19	17
Primarbereich	15	16	23	19	20	21	17	17	23	nv	19	16	20	19
Sekundarbereich	35	28	27	25	22	24	30	31	30	nv	27	23	26	26
Tertiärbereich	43	43	60	59	37	41	32	34	29	nv	49	40	48	45
Tertiärbereich														
Ausgaben je Student in KKP-$	7902	9466	14607	17466	7556	10157	6033	7177	5169	5972	8241	8169	7457	8612
Durchschnittliche Länge des Studiums in Jahren	6,4	5,1	3,5	-	-	-	4,7	4,7	4,5	4,2	3,4	3,4	-	4,1
Ausgaben je Studium in Tsd. KKP-$	50,4	47,9	51,1	-	-	-	28,2	33,6	23,3	nv	28,0	27,8	-	32,8
Höchster erreichter Ausbildungsstand in % der Bevölkerung im Alter von 25 bis 64 Jahren (1994-98)														
Elementar-, Primar- und Sekundarber. I	16	16	15	14	.	20	33	39	67	56	26	19	41	39
Sekundarbereich II	62	60	53	52	-	50	50	40	26	35	54	57	39	40
Tertiärbereich	23	23	32	35	-	30	17	21	8	9	21	24	20	21

1) Direkte öffentliche Finanzierung. 2) Direkte Ausgaben zuzüglich Subventionen an den privaten Sektor. 3) In der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

Quelle: OECD: Education at a Glance, Paris, verschiedene Ausgaben. – Berechnungen des DIW.

Als relativ schwach ist in Deutschland die Ausstattung im **Sekundar-I-Bereich** (5. bis 10. Jahrgang) und im **Primarbereich** (Vor- und Grundschule) anzusehen – was in dem Sinne bedenklich ist, als dort die Grundlagen für die schulische und berufliche Leistungsfähigkeit der Menschen gelegt werden. In den Grundschulen ist zudem die Schülerzahl je Lehrer im internationalen Vergleich hoch, Klassengrößen und Schüler-Lehrer-Relationen sind in den 90er-Jahren gestiegen, häufig fehlen Lehr- und Lernmittel.[29] Auch im **Tertiärbereich**, in dem die hoch qualifizierten Erwerbspersonen ausgebildet werden, liegt Deutschland nicht vorne. Von der Struktur her – Schwerpunkt im Sekundarbereich, verhältnismäßig kleiner Tertiärbereich – ist dies ein Zeichen dafür, dass in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern eher in die Breite als in die Spitze ausgebildet wird.

Angesichts der Tatsache, dass sich Differenzierungen im Bildungsstand der Volkswirtschaften kaum noch im Sekundar-, sondern immer stärker im Tertiärbereich herausbilden, ist dies nicht von Vorteil. Eine **Hochschulausbildung** haben in Deutschland mit 14 % der Bevölkerung ein ebenso hoher Anteil von Menschen wie im Durchschnitt der OECD-Länder, jedoch erheblich weniger als in den USA (27 %) und Norwegen (25 %). In diesem Spitzenbereich der Ausbildung droht Deutschland auf Dauer sogar zurückzufallen, denn hier beginnen nur 28 % der jungen Leute ein Hochschulstudium, während es im OECD-Durchschnitt 40 % sind. Der Anteil muss in Deutschland also erheblich gesteigert werden, damit die Basis für die

29) Die Ausgaben je Schulkind der Primarstufe beliefen sich 1997 in Deutschland bei relativ hohen Lehrergehältern nur auf 3 490 $, im OECD-Schnitt auf 3 770 $, in Dänemark, Österreich und der Schweiz bspw. auf über 6 000 $ (vgl. auch Tab. 4-5).

Herausbildung von Spitzenkräften größer wird. Gerade den Tertiärbereich haben viele Industrieländer in den 90er-Jahren kräftig ausgeweitet, während der Anstieg in Deutschland nur sehr gering ausfiel. Als nachteilig muss in Deutschland zudem die Länge der Ausbildungszeit gelten – insbesondere an den Hochschulen. In Deutschland werden erst jetzt auch an den Universitäten kürzere Studiengänge mit Bachelor-Abschluss eingeführt.

Mit einem Anteil von 35 % für die Absolventen von naturwissenschaftlich-technischen Fächern an den gesamten Hochschulabgängern steht Deutschland 1998 – trotz des starken Rückgangs der vergangenen Jahre – an der Spitze der Industrieländer. Insbesondere der Anteil von Ingenieuren ist hoch – wiederum ein Spiegelbild der Industriestruktur –, aber auch bei Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik ist der deutsche Anteil überdurchschnittlich hoch. Insofern stimmt die Richtung, es stimmt jedoch nicht das Niveau. Denn gemessen am Anteil dieser Absolventen an den Erwerbspersonen im Alter von 25 bis 34 Jahren, der als Indiz für die Dynamik der Erneuerung des Wissens angesehen werden kann, liegt Deutschland hinter dem Durchschnitt der Industrieländer[30) – letztlich als Konsequenz der geringen Neigung, die Bildungsanstrengungen auf den Tertiärbereich zu lenken.

Internationale Leistungsvergleiche

Internationale Vergleiche, die direkt an die Kenntnisse von Erwachsenen oder Schülern in elementaren Bereichen anknüpfen und die Leistungen zu messen versuchen, geben Indizien für die Leistungsfähigkeit des Bildungssystems:

– Deutschlands **Schulkinder** auf beruflichen Schulen und in der gymnasialen Oberstufe (Sekundarstufe II) befinden sich mit ihren Mathematik/Physik-Kenntnissen im Mittelfeld.[31) Was sich für die Sekundarstufe I bereits früher abgezeichnet hatte, setzt sich fort. Das heißt Versäumnisse der einen Stufe sind auf der folgenden nur schwer zu korrigieren. Besonders auffällig sind die Unterschiede in der Spitze, aber auch der Anteil sehr leistungsschwacher Schüler ist in Deutschland ungewöhnlich hoch. Zudem werden die Abstände zu den führenden europäischen Ländern im zeitlichen Vergleich verschiedener Tests eher größer als kleiner. In diesem Zusammenhang sind die sich abzeichnenden Lehrerengpässe in naturwissenschaftlichen Fächern, die auch mit den Nachwuchsproblemen in diesen Studienfächern zu tun haben (vgl. Abschnitt 8.3), ein äußerst problematisches Indiz. An dieser misslichen Situation wird sich in absehbarer Zeit nichts ändern.

– Deutschlands **Erwachsene** liegen bei Tests von Lese- und Schreibfähigkeiten[32) sowie im Verständnis von Tabellen, Dokumenten und mathematischen Aufgaben meist vorn. Dies gilt bei quantitativen Fähigkeiten noch mehr als bei Prosatexten. Einige Länder (Schweden, Finnland, Niederlande) schneiden besser ab als man es nach dem formalen Bildungsabschluss erwartet hätte, andere wiederum schlechter (USA, Tschechien, Norwegen). Dabei fällt auf, dass die Streuung der Fähigkeiten nach dem Bildungsabschluss in Deutschland sehr gering ist, in den USA hingegen besonders groß.

Die Ergebnisse dieser Tests könnten **tendenziell** wie folgt gedeutet werden: Die persönlichen Leistungskennziffern sind für Deutschland bei Erwachsenen recht weit oben angesiedelt, liegen jedoch bei Schulkindern unter dem Durchschnitt vergleichbarer Länder. Es sollte zu denken geben, wenn die schulischen Leistungen eher mittelmäßig bis unterdurchschnittlich eingestuft werden. Dies gilt insbesondere für Fächer wie Mathematik und Physik, die letztlich eine wichtige Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit sind. Derartige Leistungstests lenken die Aufmerksamkeit auf die Effizienz des Bildungssystems. Denn aus den internationalen Querschnittsvergleichen lässt sich ablesen, dass es mit hohen Ausgaben alleine nicht getan ist, sondern dass auch institutionelle Rahmenbedingungen und Anreize stimmen müssen, um die Lernerfolge der Schulkinder positiv zu beeinflussen.

Fazit

Der Bildungsstand der Bevölkerung nimmt weltweit zu, weil jüngere Jahrgänge in der Regel höhere Bildungsabschlüsse haben als die älteren. Alles zusammengenommen ist Deutschland im Schnitt ein guter Ausbildungsstand zu bescheinigen. Er beruht jedoch offensichtlich auf den Investitionen der Vergangenheit. Andere Länder holen stark auf, was sich vor allem beim Ausbildungsstand der Jugend zeigt. Daher ist dem Bildungsbereich eine deutlich höhere Priorität einzuräumen als in den 80ern und den 90ern.

Vor allem sollte sich dies auf mehr Investitionen in die frühen Bildungsjahre, in denen die Wurzeln gelegt werden, und in den Tertiärbereich beziehen: Im „Bestand“ liegt Deutschland in der Hochschulausbildung im Durchschnitt, bei jungen Leuten allerdings – angesichts der im internationalen Vergleich niedrigen Studentenquote – im internationalen Vergleich eher auf den hinteren Rängen. Dies gilt speziell für die naturwissenschaftlich-technischen Fächer. Deutschland wird nach und nach von den Versäumnissen der Vergangenheit eingeholt – von nachlassenden Investitionen in die Hochschulausbildung.

4.3 Veränderungen im industriellen FuE- und Innovationsverhalten

Innovationen sind das Ergebnis einer Reihe von unternehmerischen Aktivitäten: Hierzu gehören Forschung und

30) Mit 9 je 1 000 Erwerbspersonen im Alter von 25 bis 34 Jahren gegenüber 12 im Durchschnitt der OECD-Länder, der vor allem durch die anglophonen Länder sowie durch Japan, Korea, Finnland und Frankreich nach oben getrieben wird. Aber auch für die USA und die skandinavischen Länder (außer Finnland) sind nach diesem Kriterium Nachwuchsprobleme nicht auszuschließen.

31) „Third International Mathematics and Science Survey“, vgl. Baumert u. a. (2000).

32) „International Adult Literacy Survey“, vgl. OECD, Statistics Canada (2000).

Entwicklung (zielgerichtete Ausweitung des technischen Wissens), Design und Marketing, Aus- und Weiterbildung, Investitionen in neue Anlagen sowie organisatorische Änderungen und Verbesserungen der Produktionsprozesse. Unternehmerische FuE ist nach den bisherigen Erfahrungen insbesondere in den forschungsintensiven Branchen der „harte Kern“ des betrieblichen Innovationsgeschehens. FuE-Aufwendungen machen unter den Innovationsausgaben den größten Block aus. Sie sind damit quasi „Leitvariable“ für Innovationsaktivitäten. Der hohe Rang von FuE für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung ist der Grund dafür, dass FuE ein strategischer Ansatzpunkt der Wachstumspolitik ist. Aus diesem Grund unterstützt der Staat an verschiedenen Stellen mit unterschiedlichen Zielen die FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft und führt selbst öffentliche Forschung durch.

4.3.1 FuE-Tätigkeit der Wirtschaft in Deutschland und im internationalen Vergleich

Deutschland steht bei den betrieblichen FuE-Aktivitäten im internationalen Vergleich zwar nicht schlecht da, rangiert gesamtwirtschaftlich betrachtet jedoch nicht mehr in einer Spitzenposition. Die langfristige Entwicklung industrieller FuE in Deutschland lässt auf ein deutlich verändertes FuE-Verhalten schließen: FuE hat in den 70er- und 80er-Jahren eine „gute Konjunktur“ gehabt. Die 90er-Jahre zeigen eine gewisse Skepsis der Unternehmen gegenüber der Profitabilität von FuE und damit eine nachlassende Bereitschaft, FuE weiterhin intensiv zu betreiben oder gar zu intensivieren.

4.3.1.1 Sektorstruktur und FuE

FuE-Schwerpunkte im internationalen Vergleich

Innerhalb des forschungsintensiven Industriesektors setzt Deutschland seine FuE-Schwerpunkte weit mehr als andere Länder in der Hochwertigen Technik. Hierzu gehören Automobil-, Maschinen- und Schienenfahrzeugbau, Elektrotechnik und die Chemische Industrie. Diese Schwerpunktsetzung wurde in den vergangenen 20 Jahren auch noch ausgebaut (vgl. Tab. 4-6), nicht zuletzt da der Automobilbau zu den wenigen Sektoren zählt, in denen das FuE-Personal sogar in der „Schwächeperiode“ bei FuE in der ersten Hälfte der 90er-Jahre ausgeweitet wurde, während in der Spitzentechnik, in der Chemieindustrie und im Maschinenbau ein deutlicher Rückzug zu verzeichnen war.

Tab. 4-6

Deutschlands FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1973 bis 1997

	OECD[1]						Deutschland											
	Vertikalstruktur[2] in %												Horizontalstruktur[3] in %					
Sektor	**1973**	**1983**	**1991**	**1995**	**1995***	**1997***	**1973**	**1983**	**1991**	**1995**	**1995***	**1997***	**1973**	**1983**	**1991**	**1995**	**1995***	**1997***
Spitzentechnologie	**45,0**	**48,6**	**45,0**	**43,1**	**43,0**	**45,6**	**34,4**	**30,0**	**34,5**	**28,2**	**28,2**	**30,7**	**7,0**	**6,4**	**8,9**	**7,3**	**7,0**	**6,6**
Pharmazeutika	4,6	5,9	8,3	9,6	9,9	9,9	6,4	5,7	5,9	4,9	4,9	7,0	12,8	9,8	8,2	5,7	5,3	6,9
Büromaschinen/ EDV	6,2	7,8	9,5	7,3	7,1	10,0	1,6	2,7	5,1	4,1	4,1	2,5	2,4	3,6	6,1	6,3	6,2	2,5
Nachrichten-technik	15,5	18,0	14,9	15,8	15,5	16,6	16,3	16,0	15,1	10,6	10,6	12,1	9,7	9,1	11,7	7,5	7,3	7,2
Luft- und Raumfahrzeuge	18,7	16,9	12,3	10,4	10,6	9,1	10,0	5,6	8,5	8,6	8,6	9,1	5,0	3,4	7,9	9,3	8,6	9,8
Hochwertige Technolog.	**40,3**	**37,1**	**41,8**	**44,9**	**44,7**	**39,1**	**57,9**	**57,6**	**56,9**	**63,4**	**63,4**	**61,0**	**13,2**	**16,0**	**15,7**	**15,9**	**15,0**	**14,2**
Industriechemika-lien	9,8	9,1	9,9	8,9	8,8	7,8	20,2	17,6	14,8	14,1	14,1	13,1	19,0	19,8	17,2	17,7	17,0	16,5
Maschinenbau	5,7	6,0	6,5	7,3	7,1	6,9	10,4	12,6	11,0	12,0	12,0	11,8	16,7	21,6	19,6	18,5	17,8	16,8
Elektrotechnik	9,3	6,4	6,6	6,3	6,1	5,6	12,7	9,5	10,7	7,6	7,6	3,2	12,6	15,3	18,8	13,5	13,3	5,7
MSR-Technik	3,5	4,7	5,6	7,6	8,1	7,8	2,1	1,8	1,8	6,3	6,3	5,5	5,6	3,9	3,7	9,4	8,3	7,0
Automobilbau	11,7	10,3	12,9	14,3	14,2	13,7	12,4	16,0	18,3	22,4	22,4	25,9	9,9	16,0	16,4	17,6	16,7	18,6
übrige Fahrzeuge	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0	0,2	0,4	1,0	1,0	1,4	0,2	3,7	11,5	24,0	21,4	27,7
Übrige Industrien	**14,7**	**14,3**	**13,2**	**12,0**	**12,3**	**15,3**	**7,8**	**12,4**	**8,6**	**8,4**	**8,4**	**8,2**	**4,9**	**8,9**	**7,5**	**7,8**	**7,2**	**6,8**

* ab 1995 ISIC3-Gliederung, zuvor ISIC2.

1) 15 große Länder.

2) Anteil der sektoralen internen FuE-Aufwendungen an den internen FuE-Aufwendungen der Verarbeitenden Industrie insgesamt in %.

3) Anteil Deutschlands (vor 1991 früheres Bundesgebiet) an den 15 großen OECD-Ländern in %.

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS-Division). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Frankreich, Großbritannien und die USA konzentrieren demgegenüber hohe Anteile ihrer FuE-Aufwendungen auf Spitzentechniken wie Luft- und Raumfahrzeugbau (Frankreich, USA), Nachrichtentechnik/Elektronik (Frankreich, Japan), EDV (USA, Japan) und Pharma (Großbritannien). Darüber hinaus haben sich auch einige „kleinere“ Volkswirtschaften, insbesondere die skandinavischen, in den 90er-Jahren stark bei Spitzentechniken (Telekommunikation, Pharma) engagiert.

Im längerfristigen Vergleich haben insbesondere Pharma, EDV-, Nachrichtentechnik/Elektronik sowie – überwiegend jedoch der Hochwertigen Technik zurechenbar – Medizin-, Steuer- und Regeltechnik und z. T. auch der Maschinenbau einen zunehmenden Anteil an den weltweiten FuE-Ausgaben gewonnen. Deutschland ist in keinem der Spitzentechniksektoren überdurchschnittlich stark mit FuE-Kapazitäten vertreten. Der weltwirtschaftliche Strukturwandel tendiert also – von der Industrieforschungsseite aus betrachtet – zu Sektoren, in denen Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern nicht überdurchschnittlich an FuE beteiligt ist. Insbesondere fällt der langfristige Bedeutungsverlust der Pharmaforschung in Deutschland ins Gewicht, für den sich erst in den letzten Jahren eine Tendenzwende abzeichnet (vgl. Abschnitt 6.2). Andererseits ist der Vorsprung der führenden Länder USA, Frankreich und Großbritannien in der Spitzentechnologieforschung etwas geschmolzen, weil vonseiten des Staates vor allem bei Rüstung und Großprojekten der Grundlagenforschung gespart wird. Dies hat weltweit insbesondere den Luft- und Raumfahrzeugbau getroffen.

Generell sind die industriellen FuE-Schwerpunkte zwar weitgehend von der Struktur der Marktnachfrage abhängig[33]. Sie sind jedoch auch nicht unabhängig von der **staatlichen Förderung** von FuE – sei es durch Subventionen (offiziell als „Zuwendungen“ bezeichnet) oder durch Aufträge. So ist es beispielsweise ein Spezifikum des amerikanischen „Innovationssystems“, mit den Schwerpunkten der öffentlichen Förderung besonders Industrien zu unterstützen, die ausgesprochen aufwendig FuE betreiben. So hatte die öffentliche Förderung von Rüstung und Raumfahrt in den USA in den 60er- und 70er-Jahren eine bedeutende Anschubfunktion für die Informationstechnik. Heute ist dort die Gesundheitsförderung ein wesentlicher Baustein der guten Stellung in der Biotechnologie. In Deutschland und in den meisten europäischen Ländern spielt hingegen neben der Erfüllung öffentlicher Aufgaben eher die Förderung neuer industrieller Technologien eine größere Rolle.

In Deutschland und in Japan richtet sich staatliches Engagement auch zu über 90 % auf zivile Aufgaben, wohingegen in den USA militärische Zwecke mit 53 % einen deutlich höheren Stellenwert haben (vgl. Tab. A-9). Die für militärische Zwecke bestimmten FuE-Ausgaben lagen dort 1998 um rund 40 % höher als die gesamten FuE-Inlandsaufwendungen der deutschen Wirtschaft. Im Jahre 1993 waren es sogar noch 70 %.

[33] So sind beispielsweise die Pro-Kopf-Ausgaben für Medikamente in den USA am höchsten.

Neu unter den **spitzentechnikorientierten** Ländern sind die Volkswirtschaften in Nordeuropa. Sie sind die Heimatländer erfolgreich expandierender Unternehmen, die sich im technologischen Aufholprozess vornehmlich jeweils auf ausgewählte Spitzentechniken (Nachrichtentechnik, IuK, Pharmazie/Biotechnologie) oder expandierende Branchen wie der Automobilindustrie (Schweden) mit entsprechend hohem FuE-Bedarf konzentrieren. Sie haben damit – insbesondere in Finnland durch kräftige staatliche Förderung unterstützt – einen erheblichen binnenwirtschaftlichen Strukturwandel bewirkt. Die Unternehmen haben sich im Zuge der FuE-Intensivierung auf den entsprechenden Märkten einen deutlichen Kompetenzvorsprung vor Unternehmen aus Mitteleuropa erarbeitet, der sich mittlerweile sowohl bei den Patentanmeldungen in den relevanten (Spitzen-)Technologiefeldern (vgl. Abschnitt 4.4.1) als auch bei den internationalen Handelsströmen (vgl. Abschnitt 4.4.2) zeigt.

Sektorstrukturwandel und FuE-Intensität in Deutschland

Wenn mit Blick auf den sektoralen Strukturwandel und auf die zunehmende Bedeutung von Dienstleistungen für das Innovationsgeschehen von einem Bedeutungsverlust von industrieller Forschung und Entwicklung die Rede ist, dann heißt dies nicht, dass es nicht mehr zur Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der deutschen Industrie kommen kann. Zwar hat die Zahl der mit FuE in der Wirtschaft befassten Personen fast ein Jahrzehnt lang abgenommen. FuE-Personal ist in der Industrie jedoch seit einigen Jahren zurückhaltender als die Beschäftigten in den übrigen betrieblichen Funktionen – beispielsweise der Fertigung – abgebaut worden. Deshalb hat der Anteil des FuE-Personals an den Industriebeschäftigten in Deutschland seit 1991 wieder zugenommen.

Innerhalb der Industrie lässt sich die Veränderung des FuE-Personalbestands in den Unternehmen im Zeitablauf rechnerisch in verschiedene Komponenten zerlegen: Und zwar in die Veränderung des Einsatzes von FuE-Personal, die

- auf den Rückgang der Industriebeschäftigung insgesamt,
- auf den intersektoralen Strukturwandel und
- auf den intrasektoralen Strukturwandel, d. h. auf die Änderung der sektorspezifischen FuE-Intensität

zurückzuführen ist (vgl. Tab. 4-7). Es lassen sich in den letzten zwei Jahrzehnten drei Phasen unterscheiden:

So wurde der trotz rückläufiger Industriebeschäftigung sehr starke Anstieg des Einsatzes von FuE-Personal zwischen 1979 und 1987 (um gut 56 500 Personen) dadurch gestützt, dass sich die forschungsintensiven Industrien deutlich dynamischer entwickelt hatten als die übrigen Industrien. Zusätzlich wurde FuE immer stärker zu einem strategischen Instrument: Vor allem Elektrotechnik, Automobil- und Maschinenbau und Chemische Industrie hatten ihre FuE-Anstrengungen erheblich intensiviert. Aber auch über alle Industriebranchen gewann FuE an Bedeutung. Insbesondere – und dies ist wohl ein wichtiger Effekt für die Breitenwirkung gewesen – hatten Klein- und

Tab. 4-7

Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 1997

	Früheres Bundesgebiet		Deutschland
	1979–1987	1987–1993	1995–1997
Komponente	- in 1.000 -		
Trend*	-13,8	-7,1	-16,4
intersektoraler Struktureffekt**	+19,2	-1,7	+3,5
intrasektoraler Struktureffekt***	+51,1	-13,2	+11,7
Insgesamt	+56,5	-22,0	-1,3

* Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf einem Rückgang der Industriebeschäftigung beruht.

** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf den sektoralen Strukturwandel zurückzuführen ist.

*** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes aufgrund von Veränderungen der sektorspezifischen FuE-Personalintensitäten.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Mittelunternehmen den Einstieg in den FuE-Prozess gefunden (vgl. Tab. A-10), nicht zuletzt unterstützt durch FuE-Personalförderprogramme[34)].

Seit etwa 1987 zeigten sich in der Verarbeitenden Industrie Westdeutschlands leicht rückläufige FuE-Intensitäten. Bis 1993 wurden über den Trend hinaus 22 000 FuE-Arbeitsplätze abgebaut. Ein knappes Drittel des gesamten Rückgangs lässt sich auf die weiterhin nachlassende Industriebeschäftigung zurückführen. Zusätzlich zählten die FuE-intensiven Industrien in dieser Zeit nicht zu den vom Strukturwandel begünstigten Sektoren. Ein größerer Teil der Inlandsnachfrage nach Industriegütern hatte sich im Anschluss an die deutsche Vereinigung auf konsum- und baunahe Produktionsgüter verlagert, während die stark exportorientierten forschungsintensiven Industrien in den Sog der Weltrezession geraten waren. Angesichts dieser Bedingungen ließ auch die Neigung kräftig nach, in FuE zu investieren. Es gab allerdings auch Industrien, in denen die „spezifische“ FuE-Intensität so stark erhöht wurde, dass die Negativeffekte von Trend und Struktur überkompensiert wurden: Automobilbau, Büromaschinen/EDV sowie – mit allerdings nur geringem Einfluss auf den Gesamteffekt – in den übrigen Zweigen des Fahrzeugbaus (Luft, Wasser, Schiene).

Seit 1995 hält sich der FuE-Personalabbau in der deutschen Industrie in Grenzen, praktisch hat der Einsatz bis 1997 stagniert. Der industrielle Strukturwandel begünstigte den FuE-Einsatz wieder leicht, positive Impulse für die Nachfrage nach FuE-Personal kamen vor allem vom Automobilbau. Zudem hat eine Vielzahl von Branchen wieder auf einen stärkeren Einsatz von FuE-Personal gesetzt: Insbesondere die Pharmazeutische Industrie – nach einer langen Abbauphase –, die Hersteller elektronischer Bauelemente, die Nachrichtentechnik, der Automobil- und Luftfahrzeugbau sowie einzelne Teile des Maschinenbaus haben den FuE-Personaleinsatz intensiviert. In der deutschen Industrieforschungslandschaft gab es also in den letzten Jahren durchaus viel Bewegung zwischen den Branchen, auch wenn die Aggregatzahlen verhältnismäßig stabil geblieben sind. Es gab konjunktur- und wachstumsbedingte Zu- und Abgänge von FuE-Personal, die allerdings wieder deutlich von einer in vielen Zweigen steigenden FuE-Neigung überlagert wurden.

4.3.1.2 Internationale FuE-Trends

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich die weltweite Verteilung der FuE-Kapazitäten kräftig verschoben. Dabei haben die großen Volkswirtschaften und die Weltregionen jedoch nicht immer die einmal eingeschlagene Richtung gehalten, sondern sie auch gelegentlich korrigiert – und sei es nur zeitweise.

Verschiebung von Forschungskapazitäten zwischen den Weltregionen

Generell ist bis Mitte der 80er-Jahre weltweit ein deutlicher Bedeutungszuwachs an FuE zu verzeichnen. In den 90er-Jahren hat sich die Entwicklung jedoch ziemlich differenziert:

– Während die USA schon immer bei FuE eine herausragende Stellung eingenommen hatten, waren die 70er- Jahre vor allem das Jahrzehnt des Aufholens der europäischen Länder und von Japan. Diese haben sich – ausgelöst durch eine massive Veränderung der Rahmenbedingungen für die internationalen Wirtschaftsbeziehungen (Änderungen im Weltwährungssystem, Ölpreiskrisen, Liberalisierung des internationalen Handels) – ihrer komparativen Vorteile besonnen, die in der Ausstattung mit „Humankapital“ und Technologien zu suchen sind.

– Insgesamt müssen die 80er-Jahre bei globaler Betrachtung vor allem dem FuE-Konto der asiatischen Staaten, insbesondere Japans, gutgeschrieben werden[35)]. Bis 1990 nahmen die FuE-Ausgaben in Europa um 60, in den asiatisch-pazifischen Ländern und in Israel hingegen gar um über 120 % zu. Für Nordamerika ergab sich eine Erhöhung um knapp 50 %.

Alles zusammengenommen konnte sich Deutschland in den 70er- und 80er-Jahren, in denen weltweit bei FuE „aufgerüstet“ wurde, im internationalen Raum mit an die Spitze der Industrieländer setzen. Dieser Prozess verlief in der ersten Hälfte der 80er-Jahre schneller als in der zweiten Hälfte.

34) Vgl. Becher u. a. (1989).

35) Vgl. European Commission (1997).

Auch weltweit kam die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der ersten Hälfte der 80er-Jahre zügiger voran als in der zweiten. In dieser Zeit war zudem eine weitere Verkürzung des Abstandes von Europa zu den USA zu beobachten.

Der schnelle Ausbau der weltweiten FuE-Kapazitäten kam gegen Ende der 80er-Jahre zum Stillstand. Erst in jüngeren Daten ist in den westlichen Industrieländern überwiegend eine leichte Zunahme der FuE-Intensitäten zu beobachten, die Investitionen in neues Wissen nehmen wieder zu. In den USA und Japan ist der kurzfristige reale Rückgang bereits seit Mitte der 90er-Jahre von kräftigen Ausweitungen der FuE-Kapazitäten abgelöst worden. Dadurch haben sich die FuE-Gewichte wieder ein wenig nach Nordamerika, vor allem jedoch weiter in Richtung Asien verschoben: Die asiatischen Länder haben 1997 das FuE-Ausgabenvolumen der europäischen Länder übertroffen[36]. Die FuE-Intensität einiger entwickelter asiatischer Staaten (neben Japan sind vor allem Korea und Israel zu nennen) liegt mittlerweile oberhalb des Niveaus, auf das Deutschland bis Mitte der 90er-Jahre abgerutscht ist. Auch Taiwan und Singapur sind bald im Vorderfeld zu finden. Innerhalb von Europa ergab sich eine Umschichtung von den großen Ländern in kleinere Volkswirtschaften (Schweden, Finnland, Irland). Dies hat die Reihenfolge in der Spitzengruppe der forschungsintensivsten Volkswirtschaften deutlich verändert (vgl. Abb. 4-8).

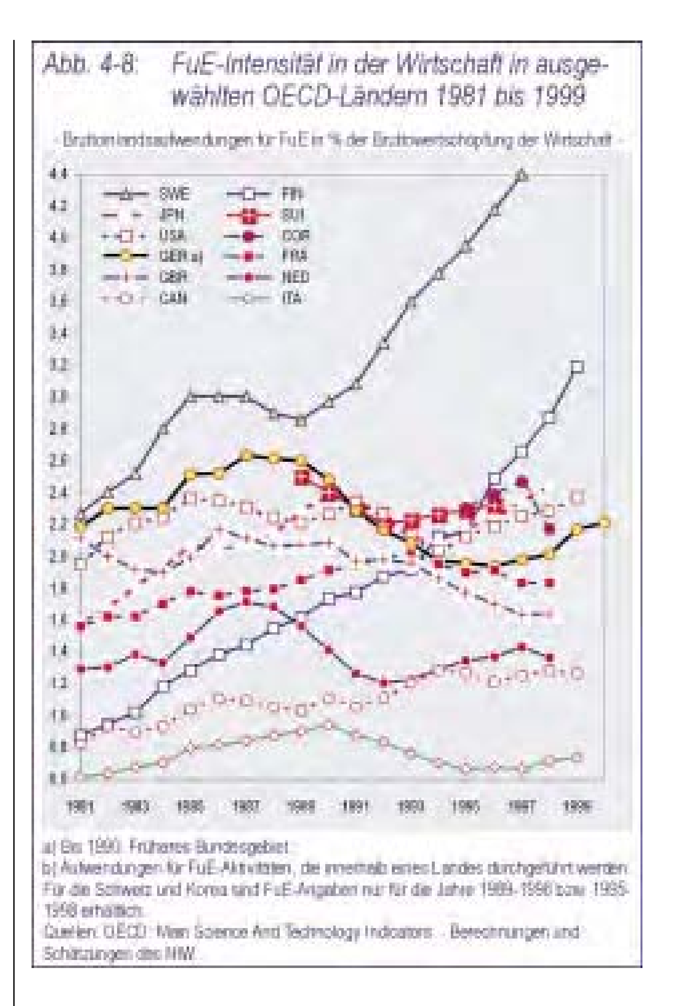


Abb. 4-8: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 1999

a) Bis 1990: Früheres Bundesgebiet
b) Aufwendungen für FuE-Aktivitäten, die innerhalb eines Landes durchgeführt werden. Für die Schweiz und Korea sind FuE-Angaben nur für die Jahre 1989–1996 bzw. 1995–1998 erhältlich.
Quellen: OECD: Main Science And Technology Indicators. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Verhaltens- und Strukturveränderungen in den 90er-Jahren

Die Verlaufsmuster und Entwicklungspfade in den 90er-Jahren sowie die Erklärungsansätze dafür sind zwischen den Ländern durchaus unterschiedlich[37]:

– Einerseits spielen die mit der jeweiligen **konjunkturellen Situation** sowie dem makroökonomischen Umfeld zusammenhängenden Finanzierungsmöglichkeiten eine wichtige Rolle. Dies hat insbesondere in der ersten Hälfte der 90er-Jahre die asiatischen Länder außerhalb Japans stark begünstigt, gegen Ende der 90er-Jahre in dieser Region im Zusammenhang mit der „Asienkrise“ jedoch zu massiven Einschnitten in die FuE-Budgets geführt.

– Die zyklische Komponente von FuE ist lange Zeit durch die starke Trendkomponente in den 80er-Jahren, als der Wissensstock allgemein immer schneller erweitert wurde, überlagert worden. Die zyklische Komponente wurde erst spürbar als gedämpfte Wachstumserwartungen den Unternehmen eine vorsichtigere FuE-Politik nahe gelegt hatten. Die **Rentabilität der FuE-Projekte** schien angesichts hoher Realzinsen zu unsicher. Mit der Verbesserung der Wachstumsperspektiven für die zweite Hälfte der 90er-Jahre hat die FuE-Intensität in vielen Ländern wieder angezogen. In dem Maße jedoch, in dem die zyklische Komponente das FuE-Geschehen bestimmt, ist FuE noch stärker als früher von der Gestaltung der allgemeinen wirtschaftlichen und konjunkturellen Rahmenbedingungen abhängig.

– Die Orientierung von unternehmerischer FuE an kürzerfristigen Zielen und die partielle Abkehr von einer an **längerfristig-strategischen Zielen** ausgerichteten FuE-Politik dürfte ein wesentlicher Unterschied in den unternehmerischen Verhaltensweisen zwischen den 80er- und 90er-Jahren sein. Vieles hat sich in der Einstellung der Unternehmen zu FuE geändert: Sie müssen stärker darauf achten, dass ihre FuE- Anstrengungen konkrete Resultate bringen. Grundlegende FuE mit strategischer Orientierung in Zentralforschungseinheiten ist zugunsten von angewandter, projektorientierter FuE in den Betriebseinheiten abgebaut worden. „F“ wird eher klein geschrieben, „E“ hingegen groß.[38]

– Abrüstungsbemühungen und damit der Rückgang militärisch begründeter **Staatsnachfrage** nach FuE-Leistungen nach dem Ende des „kalten Krieges“, die Verschlechterung der Bedingungen während und nach dem Golfkrieg sowie Kontroversen um zivile Großprojekte der Raumfahrt[39] werden für die USA als

[36] Vgl. IMD (2000). Nimmt man nur FuE in der Wirtschaft, dann ist dies bereits einige Jahre zuvor erreicht worden.

[37] Vgl. u. a. European Commission (1997).

[38] Indiz dafür ist bspw. die nachlassende Beteiligung von Großunternehmen an wissenschaftlichen Publikationen. Vgl. Legler, Beise u. a. (2000).

[39] Vgl. Erber (1990).

wichtige Begründungen für die nachlassende FuE-Neigung zu Beginn der 90er-Jahre angeführt. Ähnliche Argumente könnte man für Großbritannien und Frankreich ins Feld führen, wo die Militär- und Raumfahrtforschung ebenfalls hohe Bedeutung einnimmt.

– Auch abgesehen von den militärisch motivierten Budgets hat der staatliche Finanzierungsanteil bei privaten FuE-Projekten fast überall deutlich nachgegeben. Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie haben in den Budgets von etlichen Staaten an Gewicht verloren und damit das an sich schon stark zyklische Verhalten des Staates auf diesem Feld verstärkt: In Deutschland ist der Anteil der FuE-Ausgaben an den staatlichen Gesamtausgaben von 3,5 % im Jahre 1990 (früheres Bundesgebiet) auf 2,6 % im Jahre 1998 zurückgegangen. Eine ähnliche Entwicklung ist in Großbritannien zu beobachten. In Frankreich fiel der FuE-Anteil an den Staatsausgaben gar noch deutlicher ab. Die **„Hebelwirkung“** öffentlicher Nachfrage und Unterstützungen ist ausgeblieben (vgl. Tab. 4-8). Dass die Unternehmen jedoch auch anders reagieren können, zeigt das aktuelle „come back“ der USA: Denn gerade in einer Situation, in der sich der öffentliche

Tab. 4-8

Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1981 bis 1999 in %

Land	1981	1985	1990	1991	1995	1996	1997	1998	1999
Deutschland [a]	40,7	36,7 [b]	34,1	35,8 [b]	36,8	36,9	35,9	35,6	
Frankreich	53,4	52,9	48,3	48,8	41,9	41,5	40,2		
Großbritannien	49,0	43,4	34,8	35,0	33,2	31,9	31,1	31,0	
Italien	47,2	51,7	51,5	49,6 [b]	53,0	50,8	51,2	51,1	51,1
Belgien		31,6		31,3	26,4				
Niederlande	50,0	44,2	48,3 [b]	48,6	42,2	41,5	39,1		
Dänemark	53,4	46,5	42,3	39,7	39,6	35,7	36,1	33,0	
Irland	56,5	45,8	30,1	27,8	21,6	22,8	22,2		
Griechenland	78,6	74,4		57,7	46,9**				
Spanien	52,9	47,7	45,1	45,7	43,6 [b]	43,9	43,6	38,7	
Portugal			61,8		65,3		68,2		
Österreich	46,9	48,1	44,6	46,5	47,1	44,6	43,9	44,6	43,7
Schweden	39,9	36,4		34,0	28,8 [b]		25,2		
Finnland	46,0			40,9 [b]	35,1		30,9	30,0	
Schweiz	21,4			28,4*		26,9			
Norwegen	57,2	45,3		49,5	44,0 [b]		42,9		
Island	85,6	64,3	65,8	69,7	57,3		50,9	55,9	51,2
Türkei			71,4	70,1	62,1	56,6	53,7		
Polen					60,2	57,8	61,7	59,0	
Ungarn				40,0	53,1	50,0	54,8	56,2	
Tschechien					32,3	35,5	30,8	36,8	
Kanada	49,9	47,5	44,3	43,4	35,6	34,3	32,4	31,9	31,2
USA	49,3	48,3	43,8	38,7 [b]	35,6	33,4	31,8	29,8	27,6
Mexiko					66,2	66,8	71,1		
Japan	26,9	21,0	18,0	18,2	22,8	18,7 [b]	18,2	19,3	
Korea					19,0	20,3	22,9		
Australien	73,6		54,9			46,0			
Neuseeland	81,8		65,4	61,8	52,3		52,3		
OECD insgesamt			37,8	35,8 [b]	33,8 [b]	32,3 [b]	31,3	30,6	

a) Bis 1990 früheres Bundesgebiet.

b) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen.

*) 1992. – **) 1993.

Quelle: OECD: Main Science And Technology Indicators. – Zusammenstellung des NIW.

Sektor mehr und mehr aus der FuE-Finanzierung verabschiedet hat, hat die amerikanische Wirtschaft ab 1993/94 FuE wieder sehr stark intensiviert. In den öffentlichen Haushalten der USA hat FuE mit einem Anteil von 4,2 % allerdings immer noch einen sehr hohen Stellenwert (1990 lag er noch bei 4,9 %). Die Niveauunterschiede zu Deutschland ergeben sich ausschließlich aus dem hohem militärischen Anteil in den USA. Nimmt man lediglich die für zivile Zwecke vorgesehenen FuE-Mittel, dann hat sich der Rang von FuE im öffentlichen Gesamthaushalt der USA in den 90er-Jahren sogar deutlich erhöht.

– Das weltweit betrachtet schwache Wirtschaftswachstum in den 90er-Jahren war einerseits nicht dem **Strukturwandel** in Richtung forschungsintensiver Branchen förderlich. Denn die Geschwindigkeit, mit der sich forschungsintensive Industrien in den großen Volkswirtschaften haben durchsetzen können, hat in den 90er-Jahren merklich nachgelassen. Somit ist eine wichtige Triebfeder für die FuE-Intensivierung der 70er und 80er-Jahre weitgehend ausgefallen. Andererseits hat sich der Dienstleistungssektor weiter in Richtung der wissensintensiven Zweige entwickelt. Dies hat für sich genommen vor allem dem Spitzentechniksektor kräftige FuE-Impulse verliehen (vgl. Abschnitt 4.2.1).

– Die stärkere Konzentration des industriellen FuE-Prozesses auf wenige (**Spitzentechnik-**) Industrien (z. B. Bio- und Gentechnologie, Telekommunikation) mit enorm hohem FuE-Bedarf („skandinavischer Weg“) ist nicht von allen Volkswirtschaften in gleicher Weise mitvollzogen worden[40]. Insbesondere die eher in der industriellen Breite FuE-aktiven größeren europäischen Volkswirtschaften haben ihre Ressourcen nicht so schnell für neue Spitzentechniken mobilisieren können („mitteleuropäischer Weg“) wie dies kleineren Ländern gelingen konnte. Die USA, die traditionell sowieso schon intensiver in Spitzentechniken verhaftet waren, haben diesen Trend nutzen können und in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre ihre FuE-Kapazitäten wieder erheblich ausgebaut („amerikanischer Weg“). Nicht unwichtig ist in diesem Zusammenhang das marktseitige und gesellschaftliche Umfeld für neue Technologien wie es sich in Akzeptanz, Regulierungen, Wettbewerbsintensität u. Ä. widerspiegelt.

Schweden, Finnland und Japan haben die 3 %-Marke der FuE-Intensität, die früher als „Schallmauer“ für die Volkswirtschaft angesehen wurde, bereits durchbrochen, die USA stehen bei weiterer Konzentration auf die Spitzentechnik kurz davor. Die strukturelle und technologische Entwicklung dieser Volkswirtschaften ist ein Wegweiser. Etliche Beispiele zeigen also, dass es auch andere Wege zum wirtschaftlichen Erfolg gibt als den, den die deutsche Wirtschaft eingeschlagen hat: Die gelegentlich geäußerte These, FuE spiele im internationalen Technologiewettbewerb nicht mehr eine ganz so entscheidende Rolle, wird nicht nur durch die „kleinen“ europäischen Länder relativiert, sondern auch durch die USA und Japan. Es ist also keineswegs selbstverständlich, dass in hoch entwickelten Industrieländern die FuE-Anstrengungen nachlassen.

[40] Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Abschreibungsraten des Wissens in diesen Sektoren ausgesprochen hoch sind. Von daher besteht in diesen Ländern ein höherer FuE-Bedarf als beispielsweise in Ländern, in denen die Sektoren eher auf „Erfahrungswissen“ zurückgreifen.

Resümee

Die 90er-Jahre zeigen grundlegend veränderte Verhaltensweisen: Während in den 80er-Jahren antizyklisch Zukunftsvorsorge fortgesetzt wurde, d. h. auch in rezessiven Zeiten der Aufbau von Wissen in den Unternehmen unverändert weiter betrieben wurde, wich diese Einstellung in den 90er-Jahren zunehmend einem zyklischen Verhalten: Industrielle FuE wird immer stärker am Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung gemessen. Sie ist in Deutschland stärker als vorher gewohnt den Markt- und Absatzerwartungen der Unternehmen angepasst worden. Auch der Anstieg gegen Ende der 90er-Jahre ist im Vergleich zu den USA und vielen anderen Ländern als eher zurückhaltend anzusehen. Andererseits sticht Deutschland unter den mitteleuropäischen Ländern in den vergangenen Jahren positiv hervor.

4.3.2 Innovationsverhalten im langfristigen und internationalen Vergleich

Innovationen stellen die Umsetzung von neuem Wissen, neuen Technologien und Impulsen des Marktes in neue Angebote am Markt und neue Formen der Leistungserstellung im Unternehmen dar. Das Innovationsverhalten wird entscheidend von den Umfeldbedingungen beeinflusst (Marktstrukturen, Beziehungen zu Kunden, Lieferanten und Mitbewerbern, die Nutzung externer Wissensquellen usw.). Diese Bedingungen können Unternehmen zu Innovationsprojekten stimulieren, Impulse für Neuerungen bieten und Quellen für Innovationen sein. Sie können aber auch Innovationen behindern. Die Ausgestaltung der Umfeldbedingungen und die Interaktionen der Unternehmen mit anderen Akteuren des „Innovationssystems“ sind wesentliche Bestimmungsgrößen der Innovationskraft einer Volkswirtschaft. Im Vordergrund der Betrachtung steht hier

– die langfristige Analyse des Innovationsverhaltens in der westdeutschen Industrie[41] sowie

– wichtige strukturelle Unterschiede des deutschen „Innovationssystems“ im europäischen Vergleich.

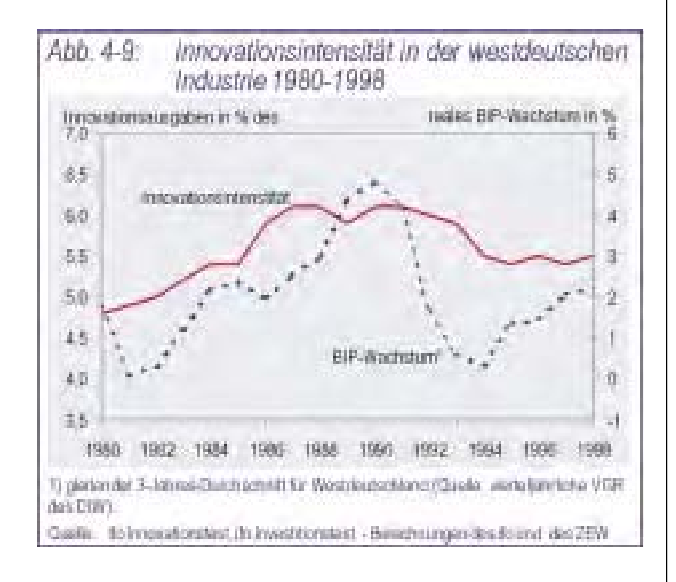
Innovationsverhalten in der Industrie

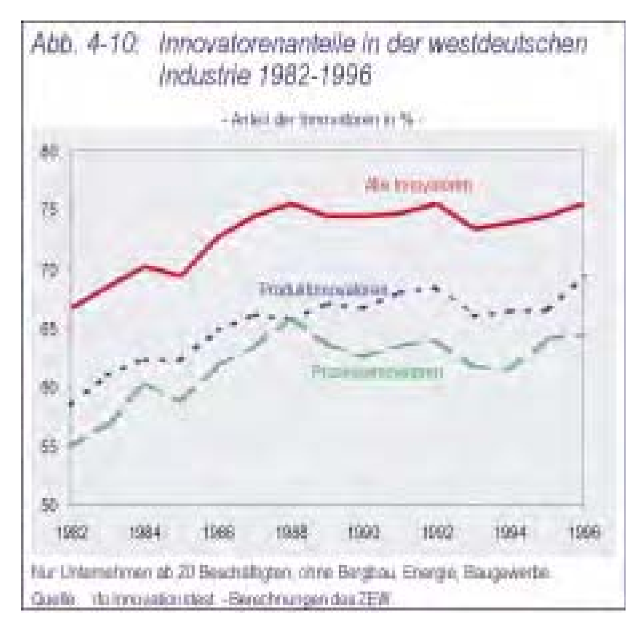
Die Entwicklung der **Innovationsausgaben** zeigt eine verblüffende Ähnlichkeit mit der FuE-Kurve (vgl. Abb. 4-9): Steiler Anstieg – unbeeinflusst von der jeweiligen zykli-

[41] Die Daten basieren auf den Erhebungen des ZEW für die 90er- und des ifo-Instituts für die 80er-Jahre. Sie lassen sich nicht im Detail vergleichen; auch ist eine langfristig vergleichende Betrachtung des Dienstleistungssektors mit diesen Datensätzen nicht möglich. Zum Innovationsverhalten des Dienstleistungsbereichs vgl. die Spezialstudie von Janz u. a. (2000). Zu den Details der ifo- und ZEW-Erhebungen vgl. Schmalholz, Penzkofer (1993) bzw. Janz u. a. (2000).

schen Situation – in den 80er-Jahren, deutlicher Rückgang in der ersten und nur langsame Erholung in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre. Das Niveau von Anfang der 90er-Jahre ist allerdings noch nicht erreicht.

Drei von vier Industrieunternehmen[42)] rechnen sich zu den **Innovatoren,** dieser Anteil hat sich in den letzten 20 Jahren etwa als „Obergrenze“ herausgestellt (vgl. Abb. 4-10). Auch die Quote zeigt ein ähnliches Bild wie die Entwicklung der FuE-Intensität: Bis Ende der 80er-Jahre hat der Innovatorenanteil beinahe kontinuierlich zugenommen, verharrt jedoch seither auf diesem Niveau, wobei die Schwankungen stark durch die konjunkturellen Bewegungen beeinflusst sind. Allerdings scheinen sich die Innovationsmotive etwas verschoben zu haben: „Reine“ Prozessinnovatoren sind seltener geworden, der Anteil der Produktinnovatoren weist immer noch einen Trend nach oben auf.





42) Mit 20 und mehr Beschäftigten.

Zu den traditionell innovationsfreudigsten **Industriebranchen** in Deutschland zählen die Elektrotechnik, die Chemieindustrie, der Fahrzeug- und der Maschinenbau sowie die Mess-, Steuer- und Regeltechnik, also jene Wirtschaftszweige, die zu den forschungsintensiven Branchen zählen. Aber auch diese Branchen – vornehmlich Chemie und Fahrzeuge – waren gegen konjunkturelle „Einbrüche“ bei den Innovationen nicht gefeit. Die Stabilität der Rangfolge innovationsintensiver Industrien ist – wie auch der im Zeitablauf recht persistente Stamm forschungsintensiver Industrien – ein Indiz für eine gewisse „Pfadabhängigkeit“ des Innovationsverhaltens und für gefestigte Rahmenbedingungen auf der Technologie- und Marktseite.

Im **Produktbereich** zielen die meisten Innovationen über die letzten 20 Jahre hinweg auf die Ausweitung der Produktpalette bei bestehenden Schwerpunkten und auf die Erhaltung des Marktanteils ab (vgl. Tab. 4-9, S. 58). Diversifizierung in neue Geschäftsbereiche wird hingegen recht selten angestrebt. Außerdem stehen eher „inkrementale“ Innovationen im Vordergrund. An Bedeutung haben in den 90er-Jahren vor allem die Erschließung neuer Märkte (Internationalisierung) und Kundengruppen gewonnen. Im **Prozessbereich** stehen Arbeitskostensenkung und Erhöhung der Produktionsflexibilität an oberster Stelle, Kos-tensenkung bei Material und Energie ist deutlich weniger gewichtig. Reduzierung der Umweltbelastung hatte sich kurzfristig Anfang der 90er-Jahre als Innovationsziel etwas nach vorne geschoben.

In der Regel gehen **Innovationsideen** aus mehreren Anstößen hervor: Die Unternehmen schätzen die direkt über den Absatzmarkt gewonnen Informationen höher ein als die aus anderen Quellen empfangenen Informationen (Zulieferer, Wettbewerber, Messen/Kongresse, Wissenschaft). Kundenorientierung wird im Innovationswettbewerb immer wichtiger. Im Vergleich zu den 80er-Jahren fällt die in letzter Zeit gestiegene Bedeutung von Zulieferern als Impulsgeber auf. Hierin zeigt sich die verstärkte Herausbildung von vertikalen Innovationsnetzwerken in der Industrie. Die Gesetzgebung galt bis Anfang der 90er-Jahre zunehmend als Auslöser für Innovationen, vornehmlich im Umweltschutz. Der Wissenschaft kommt im Innovationstagesgeschäft durchweg eine geringere Bedeutung als Impulsgeber zu.

In der zweiten Hälfte der 90er-Jahre hat sich die Anzahl der Unternehmen, die von **Innovationshemmnissen** betroffen waren, deutlich erhöht. Insbesondere Unternehmen, die nur diskontinuierlich neue Projekte angehen oder zuvor noch keine Innovationsvorhaben durchgeführt haben, werden bemerken, dass sich ihnen Hindernisse in den Weg gestellt haben.

– Hoch in der Bewertung von Innovationshemmnissen steht durchgängig das „Rentabilitätsrisiko“: Die eher skeptische Einschätzung der längerfristigen Marktdynamik ist noch nicht überwunden. Diese Risiken sind nach wie vor schwerwiegend, denn sie bedeuten vor allem Verzicht auf Vorhaben oder Abbruch von Projekten.

Tab. 4-9

Rangfolge von Kennziffern zum Innovationsverhalten im Verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1982 bis 1998

	1982/83	1986/87	1990/91	1995/96
Innovationsziele[1)]				
Produktinnovationsziele				
– Erhaltung/Ausweitung des Marktanteils	2.	2.	2.	1.
– Neues Produkt im Schwerpunktbereich/Erweiter. d. Geschäftsfeldes	1.	1.	1.	2.
– Ersetzen von auslaufenden Produkten	3.	3.	3.	4.
– Erschließung neuer Absatzmärkte (international, neue Zielgruppen)	4.	4.	4.	3.
– Neues Produkt außerhalb des Schwerpunktbereichs	5.	5.	5.	5.
Prozessinnovationsziele				
– Verringerung von Arbeitskosten	1.	2.	1.	1.
– Erhöhung der Flexibilität, Verbesserung von Abläufen	2.	1.	2.	2.
– Verringerung von Materialkosten	3.	3.	4.	3.
– Verringerung der Umweltbelastung	4.	4.	3.	4.
– Verringerung des Energieverbrauchs	5.	5.	5.	5.
	1982/83	**1986/87**	**1991/93**	**1996/98**
Innovationshemmnisse[2)]				
– hohe Investitionskosten/hohes Risiko/lange Amortisationszeit	1.	1.	1.	1.
– organisatorische Probleme/Umsetzungsprobleme von techn. Wissen	4.	4.	3.	2.
– Mangel an Finanzierungsquellen	2.	3.	2.	3.
– Mangel an Fachpersonal	3.	2.	6.	4.
– mangelnde Kundenakzeptanz*	–	–	4.	5.
– Gesetzgebung, Verwaltungsverfahren**	–	–	5.	6.
– fehlende technologische/Marktinformation	5.	5.	7.	7.
– interne Widerstände, mangelnde Innovationsbereitschaft d. Mitarbeiter	6.	6.	8.	8.
	1982/83	**1985/87**	**1990/91**	**1998**
Innovationsquellen[3)]				
– Kunden	1.	1.	1.	1.
– Wettbewerber	2.	2.	2.	3.
– Messen, Kongresse***	3.	3.	3.	-
– Zulieferer	4.	4.	4.	2.
– Wissenschaft	5.	6.	6.	4.
– Gesetzgebung***	6.	5.	5.	–

1) Grundlage für die Rangfolgenbildung sind die jeweils für zwei Jahre gemittelten Angaben der Unternehmen zur Bedeutung einzelner Ziele, die sie mit Innovationen anstreben.

2) Grundlage für die Rangfolgenbildung sind die jeweils für zwei Jahre gemittelten Angaben der Unternehmen zur Bedeutung einzelner Hemmnisse, die Innovationsanstrengungen behindern.

3) Grundlage für die Rangfolgenbildung sind die jeweils für zwei Jahre gemittelten Angaben der Unternehmen zur Bedeutung einzelner Quellen, die grundlegende Anstöße für Innovationen gaben (ausgenommen 1998).

*) erst ab 1991 erfasst.

**) erst ab 1993 erfasst, die Werte zu „1991/93“ beziehen sich daher nur auf 1993.

***) 1998 nicht abgefragt.

Quelle: ifo Innovationstest. – ZEW-Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

– Aber auch (interne) organisatorische Probleme sind stärker in das Bewusstsein der Unternehmen eingedrungen. Dies mag mit der stärkeren Innovationsdynamik zusammenhängen, die manche Unternehmen vielleicht unvorbereitet trifft, z. B. E-Commerce. Dies dürfte auch ein Grund dafür sein, warum immer mehr neue Unternehmen, die mit einer neuen Organisation starten können, gegen etablierte Unternehmen wettbewerbsfähig sind. Organisatorische Probleme sind lösbar, führen jedoch meist zur Verlängerung der Projektlaufzeiten.

– Etliche Unternehmen melden im Aufschwung – wie in den 80er-Jahren – Schwierigkeiten, in ausreichendem Umfang geeignetes Fachpersonal zu finden. Am virulentesten dürfte dies bei IuK-Fachkräften zu Buche schlagen (vgl. Kapitel 8). In den meisten Fällen bewirkt Fachpersonalmangel nicht einen gänzlichen Verzicht auf innovative Projekte, sondern er verlängert die Projekte, was jedoch in einzelnen Industrien, in denen sich die Produktlebenszyklen verkürzen (z. B. in der Informationstechnik), gravierende Konsequenzen für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen haben kann.

– Eigenkapitalmangel ist ebenfalls ein gewichtiger Hemmfaktor, dessen Relevanz jedoch tendenziell in den letzten zwanzig Jahren abnahm.

– Genehmigungsverfahren und rechtliche Regelungen sind immer noch ein bedeutender Hemmschuh. Innovationsprojekte werden dadurch in der Regel verzögert, in vielen Industrien mit hohen Innovationskosten (vor allem in der Spitzentechnik) hingegen gar nicht erst gestartet. Gesetzliche und administrative Regelungen wirken ähnlich intensiv wie mangelnde Kundenakzeptanz.

Innovationsverhalten im europäischen Vergleich

Die Innovationsaktivitäten der deutschen Wirtschaft sind – letztverfügbares Berichtsjahr ist allerdings 1996 – im europäischen Vergleich positiv zu beurteilen. Der Innovatorenanteil übersteigt sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungssektor den EU-Durchschnitt. Deutschland ist zwar daran gemessen hinter einigen kleinen Ländern platziert, rangiert jedoch noch vor großen Volkswirtschaften wie Großbritannien, Frankreich, Italien.

Anders als bei den kleinen Ländern beruht Deutschlands günstige Position auf einer höheren Innovationsneigung in allen Segmenten der Wirtschaft (vgl. und Abb. 4-11 und Abb. 4-12):

– Innovationen sind in Deutschland vergleichsweise stark bei Klein- und Mittelunternehmen, insbesondere bei Kleinunternehmen verbreitet.

– Damit zusammenhängend sind es nicht einzelne Industriezweige, die Deutschlands Stärke ausmachen, sondern in allen Branchen ist der Innovatorenanteil überdurchschnittlich hoch. Ein wenig schimmert das Muster durch, dass Deutschlands Vorsprung schrumpft, je innovationsintensiver die Branche ist[43]. Im Dienstleistungssektor hat Deutschland bei Telekommunikationsdienstleistungen und im Finanzsektor eine überdurchschnittlich hohe Innovationsrate.

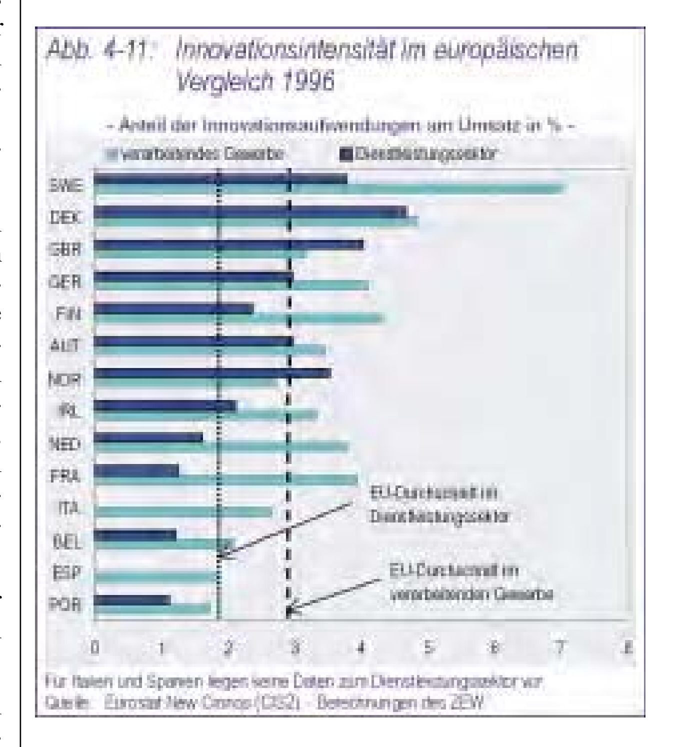


Abb. 4-11: Innovationsintensität im europäischen Vergleich 1996

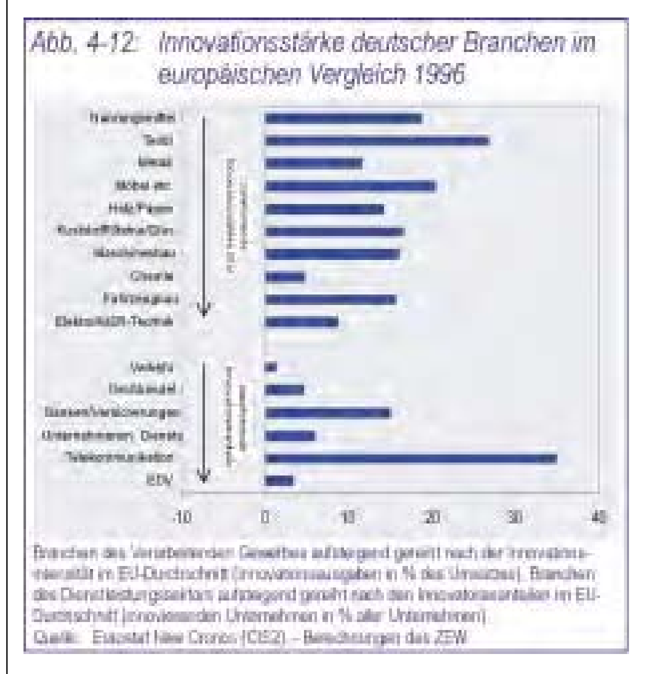


Abb. 4-12: Innovationsstärke deutscher Branchen im europäischen Vergleich 1996

43) Dies mag paradox und als Widerspruch zu den Spezialisierungsvorteilen Deutschlands aussehen, die ja bei forschungsintensiven Industrien liegen (vgl. Abschnitt 4.4.2). Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Anteil der innovierenden Unternehmen nicht 1:1 mit der Forschungsintensität der Branchen im Zusammenhang stehen muss. Denn der Innovatorenanteil wird stark durch die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen am Innovationsgeschehen bestimmt, während die FuE-Intensität weitgehend vom Verhalten der Großunternehmen abhängt.

Die breite Verteilung der Innovationsaktivitäten in Deutschland lässt auf ein Innovationsklima schließen, das insbesondere die Diffusion von Neuerungen begünstigt. Es entspricht den hohen Innovationsraten, dass ein vergleichsweise sehr hoher Anteil von Umsätzen mit Produktneuheiten erzielt wird.

Diese Erfolge sind umso erstaunlicher als Deutschland hinsichtlich der Mittel, welche die Unternehmen in **Innovationen** investieren, gar nicht einmal so weit vorne liegt, vielmehr rangieren eine ganze Reihe von Ländern vor Deutschland.

Für diese unterschiedlichen Positionen der deutschen Unternehmen beim „Aufwand“ für, und beim „Erfolg“ von, Innovationen können unterschiedliche Gründe verantwortlich sein. Hier spielen Spezialisierungsunterschiede der einzelnen Länder, unterschiedliche Wettbewerbssituationen auf den relevanten inhaltlichen Absatzmärkten, differierende Größenstrukturen der Unternehmenspopulationen und Abweichungen in den Wirtschaftsstrukturen eine Rolle. Es muss sich erst noch zeigen, ob sich mittel- oder langfristig nicht eine Positionsverschiebung aus den weniger kraftvollen Innovationsanstrengungen der deutschen Unternehmen ergibt.

Auffällig ist, dass Deutschlands Innovatoren Ergebnisse aus Wissenschaft und Forschung viel häufiger als Ideengeber für Innovationen nutzen als ihre europäischen Mitbewerber. Dies gilt im besonderen Maße für Hochschulen; bei der Inanspruchnahme von Informationen aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen sticht Deutschland jedoch nicht hervor.

Unter den **Hemmnisfaktoren**, die auch durch politische Entscheidungen beeinflusst werden, verdienen der Mangel an Fachpersonal sowie Gesetzgebungs- und Verwaltungsverfahren besondere Beachtung.

– Dabei trifft der Fachpersonalmangel vor allem innovative Dienstleistungen (insbesondere IuK-Dienstleistungen) und ambitionierte, forschungsintensive Innovationsprojekte in der Industrie.

– Die hemmende Wirkung von Gesetzgebungs- und Verwaltungsverfahren ist zwar insgesamt gesehen nicht sehr weit vorne notiert, trifft im internationalen Vergleich gesehen in Deutschland jedoch überdurchschnittlich häufig im Dienstleistungssektor zu.

Gerade hinsichtlich des Fachkräftemangels ist zu betonen, dass er als Engpassfaktor in Deutschland bereits 1996 signifikant deutlicher verspürt worden war als in den übrigen europäischen Konkurrenzländern. In der Zwischenzeit hat sich die Situation noch deutlich verschärft (vgl. Janz u. a. und Kap.8).

4.4 Deutschlands Position in der internationalen Arbeitsteilung der FuE-intensiven Industrie

Erfindungen sind das Ergebnis von FuE und die erste Stufe der (technologischen) Verwertung des Wissens. Patentschutz errichtet Marktzugangsbarrieren und schafft damit den Erfindungen ein zeitweiliges Verfügbarkeitsmonopol oder Vorsprünge in der Anwendungstechnik. Gerade in forschungsintensiven Industrien kann dem Schutzeffekt besondere Bedeutung beigemessen werden, da der Wettbewerbsvorteil in diesen Branchen vor allem auf den Ergebnissen von FuE beruht. Da Patentschutz immer für das Land der Anmeldung gilt, ist Sicherung des Exportgeschäfts ein Hauptgrund für die Anmeldung im Ausland: Man meldet in Ländern an, in die man exportieren will. Patentanmeldungen sind daher nicht nur ein Indikator für Erfindungen, sondern auch für deren Weltmarktrelevanz.

4.4.1 Patentaktivitäten im internationalen langfristigen Vergleich: Trends und Spezialisierung

Um zu einer Globaleinschätzung der Patentstärke der Volkswirtschaften zu kommen, werden die „weltmarktrelevanten Patente“ betrachtet, d. h. die Patente, die zusätzlich zum Inland in mindestens zwei Auslandsmärkten der **Triade** USA-Europa-Japan angemeldet werden (vgl. Abschnitt 3). Für differenzierte strukturelle Analysen werden die Anmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) herangezogen.

Globalentwicklung

Das internationale Aufkommen an **weltmarktrelevanten Patenten** hat eine Berg- und Talfahrt hinter sich. Es ist in den 80er-Jahren kontinuierlich angestiegen. Nach einer Atempause zu Beginn der 90er-Jahre steigt die Patentierneigung wieder weltweit an. Insofern ist auch ein enger Zusammenhang mit der internationalen FuE-Entwicklung (vgl. Abschnitt 4.3.1.2) zu erkennen. Allerdings entwickelte sich das Patentaufkommen in den letzten Jahren schneller als die Forschungsanstrengungen der Industrieländer. Ein Ende der Dynamik ist nicht absehbar. Dies hat verschiedene Gründe:

– erhöhte Umsetzungseffizienz von FuE im Rahmen der allgemeinen Rationalisierungsanstrengungen seit Beginn der 90er-Jahre,

– Patentierungsdruck aufgrund des verschärften internationalen Wettbewerbs: Die technologische Entwicklung wird durch die Suche nach schnell anwendbaren Lösungen vorangetrieben, FuE-Projekte werden schneller auf kurzfristiges Verwertungspotenzial hin überprüft und ggf. abgebrochen oder unterbrochen,

– verbesserte Durchsetzbarkeit von Eigentumsrechten im internationalen Raum,

– Patente steigern den Firmenwert, der bei Übernahmen und Fusionen eingebracht werden kann,

– Gebührensenkungen für Patentanmeldungen oder Vereinfachungen bei internationalen Patentverfahren.

Patente sind zunehmend ein strategisches Instrument im internationalen Technologiewettbewerb geworden. Sie

erlauben allerdings machen keine Aussage über die Zahl der Erfindungen, sondern über die der **patentgeschützten** Erfindungen. Letztere sind stark gestiegen, d. h. Patentschutz ist wichtiger geworden.

An den internationalen Patentanmeldungen lässt sich auch gut verfolgen, welche Attraktivität die Regionen als Absatzmarkt haben[44]. So zeigt sich zwar von Mitte der 80er- bis Mitte der 90er-Jahre ein ähnlicher Verlauf zwischen den „Triade-Patentanmeldungen“ und den EPA-Anmeldungen. Die zunehmende Integration und die steigende Attraktivität des europäischen Marktes hat in den letzten Jahren jedoch zu einem stärkeren Anstieg der Anmeldungen am EPA geführt. Neben Deutschland – Anfang der 90er-Jahre hatte die zeitweilige „Binnenorientierung“ der deutschen Wirtschaft im Anschluss an die Wiedervereinigung zu einem Rückgang der weltmarktrelevanten Patentanmeldungen geführt – expandieren einzelne kleinere Länder besonders rasch. Dies weist auf ein stark gestiegenes Interesse am europäischen Markt und auf erfolgreiche Anstrengungen zur Verbesserung der Technologischen Leistungsfähigkeit in ausgewählten Spitzentechnologien hin (z. B. Kanada in der Telekommunikation, aber auch in der Pharmazie). Während die Absolutzahlen der kanadischen EPA-Anmeldungen noch recht klein sind, ist die erhebliche Wachstumsdynamik Schwedens angesichts seiner hohen Patentintensität bemerkenswert. Am Beispiel Kanadas – aber auch bei Frankreich und bei Großbritannien – wird jedoch besonders deutlich, dass FuE-Entwicklung (vgl. Abb. 3-1) und das Patentanmeldeverhalten (vgl. Abb. 3-2) nur sehr bedingt miteinander korrelieren. Generell, insbesondere jedoch im Falle Deutschlands, ist die Zunahme von EPA-Anmeldungen erheblich stärker als dies bei den Triadepatenten der Fall ist. Dies hat vor allem mit den Wachstumsdifferenzen und -aussichten zwischen Europa und Japan nach der Südost-Asien-Krise zu tun: Denn die Patentanmeldungen in Japan sind derzeit der „limitierende Faktor“ für die Dynamik der Triadepatente.

Der Zuwachs im Patentaufkommen hat nicht alle Technikfelder des forschungsintensiven Sektors gleichmäßig erfasst. Seit Mitte der 80er-Jahre ergibt sich für die EPA-Anmeldungen insgesamt ein durchschnittlicher Zuwachs von 4,5 %. Bei Patenten aus FuE-intensiven Industrien liegt die jährliche Zunahme mit knapp 5 % etwas höher, in den übrigen Technologiefeldern bei 3,9 %. Bei einer genaueren Aufschlüsselung nach den einzelnen Feldern haben die Nachrichtentechnik und die Verkehrsleittechnik[45] die größte Dynamik entwickelt, gefolgt von medizinischen Geräten, pharmazeutischen Wirkstoffen, Kraftwagen und DV-Geräten. Auffällig ist, dass viele Felder mit hoher Wachstumsdynamik auch in dem Sinne zu den „großen Feldern“ zählen als mit ihnen ein hohes Weltmarktvolumen verbunden ist. Dies trifft z. B. für Kraftwagen, DV-Geräte, Nachrichtentechnik, Verbrennungsmotoren oder Arzneimittel zu und ist ein deutliches Zeichen für eine verstärkte Marktorientierung der Forschung.

Patentstrukturen im forschungsintensiven Sektor

Rund 60 % aller EPA-Patente entfallen auf den forschungsintensiven Sektor – bei einem Anteil von drei Vierteln an den weltweiten FuE-Aufwendungen. Die Grundmuster in der internationalen technologischen Arbeitsteilung sind – nach den Patentstrukturen zu werten – bei den entwickelten Volkswirtschaften relativ robust. Kanada, die USA, Japan und Großbritannien sind die Länder, die ihre Patentaktivitäten am EPA am stärksten auf Erfindungen aus **forschungsintensiven Industrien** (vgl. Tab. A-11) beziehen. Der Weg zur aktuellen Position ist dabei durchaus unterschiedlich: Die USA und Großbritannien, vor allem jedoch Kanada, haben sich seit 1985 in diese Richtung umstrukturiert, während der forschungsintensive Sektor in Japan hinsichtlich seines Patentverhaltens am EPA eher an Bedeutung verloren hat.

Schweden und die Niederlande liegen im Mittelfeld, sie haben sich in der „Spezialisierungshierarchie“ bei Patenten aus dem forschungsintensiven Industriesektor etwas nach oben gearbeitet. Deutschland, Frankreich, die Schweiz und Italien sind demgegenüber Länder, in denen sich die EPA-Patentstruktur eher vom forschungsintensiven Sektor wegbewegt. Hier mag der „Heimvorteil“ insofern eine Rolle spielen als die starke Ausweitung des innereuropäischen Handels auch in nicht forschungsintensiven Sektoren vermehrt Patentschutz erfordert; denn Innovationen finden nicht nur im forschungsintensiven Sektor statt.

Das schmale Segment der sehr FuE-aufwendigen **Spitzentechnik** sieht neben den robust in der Spitzengruppe liegenden USA eine Reihe von hoch spezialisierten kleinen Volkswirtschaften vorne, nämlich Kanada, Schweden und die Niederlande. Aber auch Großbritannien richtet seine patentgeschützten Erfindungen weit mehr als andere Volkswirtschaften auf den Spitzentechniksektor. Diese Spitzengruppe entspricht auch der Spezialisierung bei industrieller Forschung – von den Niederlanden abgesehen. Japan hat hingegen im Spitzentechniksektor stark nachgelassen; Japan hat ja auch bei FuE seine Schwerpunkte eher in anderen Bereichen gesetzt (vgl. Abschnitt 4.3.1.1). Deutschland liegt unter den großen Volkswirtschaften recht weit hinten, hat allerdings seit einigen Jahren bei Spitzenerfindungen die EPA-Patentanmeldungen etwas schneller steigern können. Deutschland hatte am Weltmaßstab gemessen den Schwerpunkt der Industrieforschung nie im Spitzentechniksektor, sondern in der Hochwertigen Technik.

Im breiten Segment der **Hochwertigen Patente** streuen die Unterschiede nicht sehr stark. Deutschland ragt mit Japan nach oben heraus: Vor allem Deutschland sucht dort seinen Weg zur Erhaltung und Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit. Unter den hier betrachteten

---

[44] Wie schnell sich die Internationalisierung des Patentgeschehens beschleunigt, lässt sich daran ablesen, dass 1999 unter den 50 größten Patentanmeldern am deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) 19 aus dem Inland kamen; 1994 waren es noch 27. 14 Großanmelder waren 1999 in Japan beheimatet (1994: 11), 11 in den USA (1994:10), sechs kamen aus kleineren Ländern. Vgl. Jahresberichte des DPMA.

[45] Teil der Gruppe „elektrische Lampen, Leuchten usw.“.

Volkswirtschaften fallen Schweden und die Niederlande etwas ab – trotz ihrer durchaus beachtlichen FuE-Schwerpunktsetzung in der Hochwertigen Technik. Kanada hat in diesem Sektor auch immer besser Fuß gefasst. Dies könnten „spillovers“ aus der erheblich verbesserten Spitzentechnikposition sein, denn aus den geringen FuE-Kapazitäten im Sektor Hochwertige Technik ließe sich diese Position nicht so ohne weiteres herleiten.

Im deutschen Profil zeigen sich als Grundstruktur meist unterproportionale Beteiligungen an Feldern, die mit Mikroelektronik und Informationstechnik verbunden sind (Ausnahme: integrierte Schaltungen), hingegen eine starke Repräsentanz in Feldern des Maschinenbaus und verwandte Technologiefelder sowie mittlere Positionen in der Chemie.

– Diese Kompetenzstruktur im forschungsintensiven Sektor ähnelt der von Frankreich, der Schweiz, Italien und Schweden, unterscheidet sich jedoch diametral von den amerikanischen und japanischen Spezialisierungsvorteilen.

– Die amerikanische Patentstruktur hat – zusammen mit Kanada und Großbritannien – viele Schwerpunkte in den Feldern, die seit Mitte der 80er-Jahre die stärkste Expansion mitgemacht hatten (Pharma, Nachrichtentechnik). Es sollte in Deutschland zu denken geben, dass die deutschen FuE-Ergebnisse (wie in Frankreich und Italien) besonders schwach auf wachsende Technologiefelder ausgerichtet sind.

4.4.2 Welthandelsposition bei FuE-intensiven Gütern

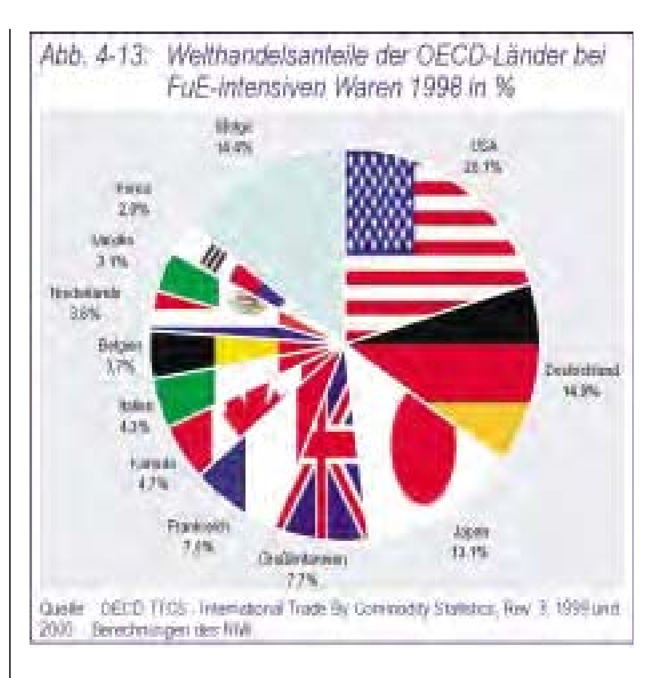
Die Bedeutung und die Struktur der FuE-intensiven Branchen im internationalen Wettbewerb ist gleichsam die „Nagelprobe“ für die Technologische Leistungsfähigkeit der einzelnen Volkswirtschaften. Die internationale Nachfrage richtet sich besonders intensiv und dynamisch auf forschungsintensive Güter: Denn ihr Einsatz hat in der Regel signifikant positive Effekte auf Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Wirtschaft.

Weltmarktposition

In den 90er-Jahren nahm das Welthandelsvolumen bei Spitzentechnikerzeugnissen jährlich um 10 %, bei Hochwertigen Erzeugnissen um 8 %, bei nicht forschungsintensiven Waren hingegen nur um rund 5,5 % zu. Der Handel mit forschungsintensiven Waren machte 1998 knapp 51½ % der Ausfuhren der OECD-Länder von verarbeiteten Industriewaren aus. Über ein Drittel davon waren Güter der Spitzentechnik, nicht ganz zwei Drittel entfielen auf Güter der Hochwertigen Technik.

Die USA sind mit Abstand das größte Exportland von FuE-intensiven Waren mit einem Welthandelsanteil im Jahre 1998 von 20 % (vgl. Abb. 4-13). Sie haben in den 90er-Jahren ihre Exportposition bei forschungsintensiven Waren deutlich verbessern können (vgl. Kapitel 3). Deutschland folgt mit 15 %, Japan liegt an dritter Stelle

Abb. 4-13: Welthandelsanteile der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1998 in %



Quelle: OECD ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. - Berechnungen des NIW

(13 %), gefolgt von Großbritannien und Frankreich (gut 7,5 %). Bei Japan ist in Rechnung zu stellen, dass die jüngsten Daten noch von der Asienkrise beeinflusst sind. Diese brachte massive Absatzprobleme für japanische Produkte bei gleichzeitig zunehmender Importkonkurrenz. Allerdings ließ bereits die recht deutliche Umstrukturierung in den japanischen Patenten (vgl. Abschnitt 4.4.1) erahnen, dass die Welthandelsposition bei forschungsintensiven Gütern ins Wanken geraten könnte.

Wichtig ist die Unterscheidung zwischen Spitzen- und Hochwertiger Technik (vgl. Tab. 4-10). Deutschland ist mit einem Welthandelsanteil von 17,5 % weltweit der wichtigste Anbieter von Hochwertiger Technik, vor den USA (knapp 15 %) und Japan (gut 14 %). Diese drei Länder zeigen auf diesem Feld ein sehr breites Spektrum an komparativen Vorteilen[46], aber auch Großbritannien hat sich hinsichtlich der Breite in den letzten Jahren zu einem „Universalproduzenten“ entwickelt.

Trotz seiner starken Anteilseinbußen verfügt Japan nach wie vor als einzige unter den großen Volkswirtschaften über Spezialisierungsvorteile sowohl bei Hochwertiger wie auch bei Spitzentechnik. Der größte Exporteur von Spitzentechnik mit einem Anteil von über 30 % sind jedoch die USA vor Japan (11 %), Großbritannien (10 %) und Deutschland, das mit einem Anteil von 9 % an den OECD-Ausfuhren in diesem Marktsegment lange nicht an die durchschnittliche Beteiligung am Industriegütermarkt von 14 % heranreicht.

Größere Veränderungen zeigen sich in den letzten Jahren – neben Japan – für zwei kleinere hoch entwickelte Länder, die sich stärker auf Spitzentechnikerzeugnisse

[46] In den USA ist es allein die schwache Auslandsmarktvertretung im Automobilbau bei gleichzeitiger hoher Importabhängigkeit, die das Bild „trübt“.

Tab. 4-10

Welthandelsanteile der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1991[1)], 1994 und 1998 in %

	FuE-intensive Waren*			Spitzentechnik			Hochwertige Technik			nachr.: Verarb. Industriewaren insg.		
Land	1991[1]	1994	1998	1991[1]	1994	1998	1991[1]	1994	1998	1991[1]	1994	1998
Deutschland	18,4	15,8	15,2	11,6	10,0	9,3	21,0	18,0	17,8	17,1	14,6	14,2
Frankreich	8,0	7,2	7,6	8,9	7,8	8,1	7,6	7,0	7,3	8,8	7,9	7,8
Großbritannien	7,8	7,0	7,7	10,5	8,6	10,0	6,7	6,0	6,5	7,1	6,5	7,0
Italien	5,1	4,4	4,3	3,6	3,0	2,3	5,8	5,1	5,3	7,2	6,5	6,4
Belgien/Luxemburg	3,4	3,4	3,7	1,3	1,5	1,5	4,4	4,3	4,7	4,9	4,5	4,5
Niederlande	3,5	3,3	3,6	3,7	3,9	5,0	3,4	3,0	2,9	5,0	4,4	4,2
Dänemark	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	1,4	1,3	1,2
Irland	1,0	1,3	2,3	1,6	2,0	3,0	0,8	1,0	2,0	1,0	1,1	1,6
Griechenland	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2
Spanien	2,2	2,2	2,4	1,1	1,1	0,9	2,7	2,7	3,2	2,3	2,3	2,7
Portugal	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0,7	0,6	0,6
Schweden	1,9	1,8	2,1	1,7	1,7	2,3	2,0	1,9	2,0	2,2	2,0	2,1
Finnland	0,5	0,6	0,9	0,4	0,8	1,3	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,2
Österreich	1,4	1,2	1,2	0,8	0,6	0,6	1,6	1,5	1,6	1,8	1,6	1,6
Schweiz	2,4	2,3	2,1	1,3	1,2	1,2	2,9	2,8	2,5	2,6	2,4	2,1
Norwegen	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,7	0,6	0,6
Island	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Türkei	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7
Polen		0,2	0,3		0,1	0,1		0,2	0,4		0,5	0,7
Tschechische Republik		0,3	0,5		0,1	0,2		0,3	0,7		0,5	0,7
Ungarn		0,2	0,6		0,2	0,5		0,2	0,6		0,4	0,6
Kanada	4,3	4,8	4,7	3,2	3,0	3,4	4,8	5,6	5,4	4,3	4,7	4,8
USA	18,8	18,5	20,1	31,4	28,5	30,5	13,3	14,2	14,9	15,5	15,4	16,9
Mexiko	0,8	1,9	3,1	0,3	1,4	2,6	1,0	2,2	3,4	0,7	1,8	2,9
Japan	18,6	18,9	13,1	16,7	18,3	11,0	19,5	19,2	14,2	13,6	13,8	10,2
Republik Korea		2,8	2,9		4,3	4,5		2,2	2,1		3,4	3,6
Australien	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	1,0	0,8
Neuseeland	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,3

[1)] OECD ohne Polen, Tschechien, Ungarn und Korea.

[*)] Inkl. nicht zurechenbarer vollständiger Fabrikationsanlagen usw..

Quelle: OECD: ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. – Berechnungen des NIW.

spezialisiert haben und mit ihren Angeboten wesentlich stärker auf dem Weltmarkt zum Zuge kommen als in der Vergangenheit: Schweden und Finnland (vgl. Tab. A-12 und Tab. A-13). Die dort konzentriert auf einzelne Industrien forcierten FuE-Anstrengungen (vgl. Abschnitt 4.3.1) verändern die Wirtschafts- und Außenhandelsstruktur stark.

Das deutsche Spezialisierungsmuster

Deutschland ist zum einen Nettoexporteur von Technologie, zum anderen profitiert es durch die intensive Einbindung in den Außenhandel von den Vorteilen der Arbeitsteilung. Deutschlands Position und Trend auf den internationalen Märkten für technologieintensive Güter

ist Spiegelbild seiner Schwerpunktsetzung in FuE und der Industriestruktur. Denn die Schwerpunkte der Innovationstätigkeit bestimmen in der Regel die Stärken in der internationalen Arbeitsteilung. Insofern ist es nur folgerichtig, dass Deutschland

– als forschungsreiches Land im forschungsintensiven Sektor spezialisiert ist,

– mit seinen sektoralen Schwerpunkten in der industriellen FuE besondere Vorteile in der Hochwertigen und nicht in der Spitzentechnik zu bieten hat,

– mit seiner jahrelang nachlassenden industriellen FuE-Neigung die relativ hohen Exportüberschüsse im forschungsintensiven Sektor nicht hat halten können.

Während die Position forschungsintensiver Industrien auf dem Weltmarkt einigermaßen gehalten werden konnte, greift Deutschlands Wirtschaft in den letzten Jahren immer stärker auf Importe forschungsintensiver Waren zurück. Dies gilt für Güter der Hochwertigen Technik in stärkerem Ausmaß als für Spitzentechniken. Waren der Hochwertigen Technik bieten sich wegen ihrer vielfältigen Breitenwirkungen für aufstrebende Schwellenländer als idealer Anknüpfungspunkt für eine Exportdiversifizierungsstrategie an. Deren Erfolge zeigen sich u. a. an den Problemen, die einige Zweige der Hochwertigen Technik in Deutschland mit der Expansion, vor allem jedoch mit der Beschäftigung haben (vgl. Abschnitt 4.1.1).

Die deutschen Spezialisierungsvorteile fallen bei forschungsintensiven Waren heute um einiges niedriger aus als noch in den 80er-Jahren. Bei Gütern der Hochwertigen Technik ist jedoch der Großteil des Anpassungsprozesses nach unten bereits gegen Ende der 80er-Jahre vollzogen worden. Bei Spitzentechniken ist kein eindeutiger Trend erkennbar, da die Marktentwicklungen zu unstet sind. Allerdings war Deutschland bei Spitzentechniken in den 80er-Jahren in der Hierarchie etwas weiter vorne angesiedelt.

Im **bilateralen Handel** mit den USA und Japan hat Deutschland bei forschungsintensiven Waren „komparative Nachteile“ (vgl. Tab. A-14), was vor allem auf wichtige Warengruppen der Spitzentechnik zurückgeht (Elektronik, Nachrichtentechnik, EDV, Flugzeuge). Gegenüber den übrigen Ländern agiert Deutschland hingegen als „Technologiegeber“ mit durchschnittlichen bis guten Absatzerfolgen. Im Handel mit den großen europäischen Ländern Frankreich und Großbritannien sind allerdings nur geringe komparative Vorteile auszumachen. Hier dürften die intrasektoralen Formen der Arbeitsteilung bereits so weit entwickelt sein, dass interindustrielle Unterschiede auf der Basis von hoch aggregierten Daten kaum mehr sichtbar werden. Insgesamt ist Deutschland innerhalb der EU der größte Technologielieferant. Allerdings ist der Anteil deutscher Exporte am Handel innerhalb der EU ziemlich stark zurückgegangen.

Nach **Gütergruppen** betrachtet zeigt sich auch bei Spitzentechniken ein differenzierteres Bild:

– Kompetenzvorsprünge aus dem Maschinenbau schlagen sich in komparativen Vorteilen bei Kraftmaschinen, Großforschungsgeräten usw. nieder; auch Optik, Mess- und Regeltechnik haben eine starke Position gegenüber ihren Mitbewerbern aus dem Ausland.

– Durchschnittlich ist die Bilanz in der Nachrichtentechnik; es fehlt noch an Durchsetzungsvermögen auf dem Weltmarkt, obwohl es sich schon deutlich verbessert hat.

– Für alles, was mit Biotechnologie zu tun hat oder im Substitutionswettbewerb mit ihr steht, gehen die Spezialisierungsvorteile nahezu jährlich zurück; bei pharmazeutischen Wirkstoffen sind bereits keine Vorteile mehr gegeben (vgl. Abschnitt 6.2).

– IuK-Technologien waren nie Deutschlands Stärke. Diese Güter üben als Vorprodukte oder Investitionsgüter gleichsam Querschnittsfunktion für den Innovationsprozess aus. Insofern ist dies ungünstiger zu beurteilen als Deutschlands Spezialisierungsnachteile bei Luft- und Raumfahrzeugen, militärischen Ausrüstungen und Materialien oder Spalt- und Brutstoffen, deren Spillover-Effekte eher gering sein dürften.

Im Handel mit Hochwertiger Technik bestehen hingegen in großer Breite klare komparative Vorteile:

– Die höchsten Beiträge zur Außenhandelsbilanz liefert der Automobilbau; er hat seine an sich schon starke Position in den 90er-Jahren noch verbessern können. Die Importe nehmen jedoch schneller zu als die Exporte.

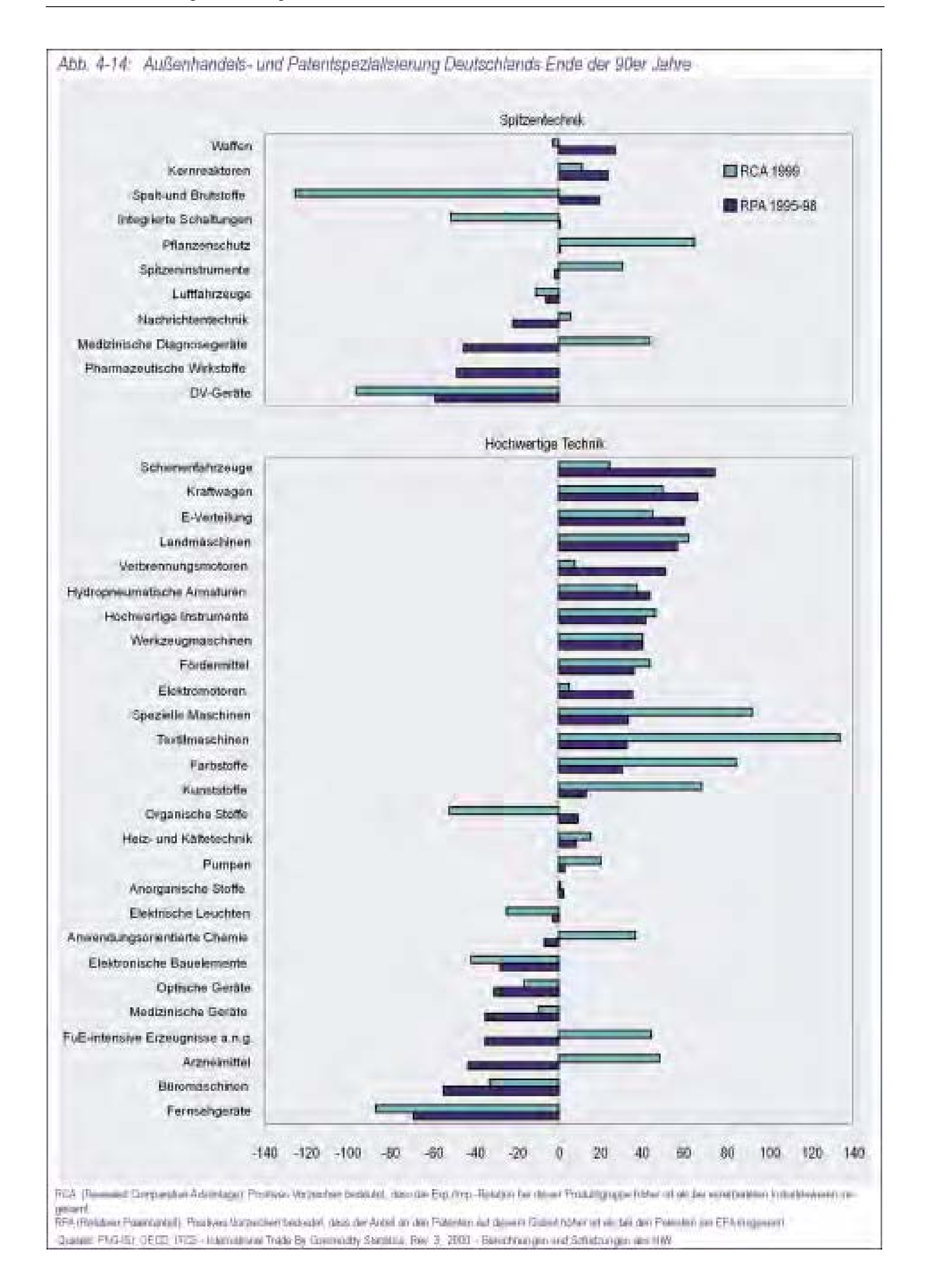
– Letzteres gilt für Chemiewaren und Maschinen noch viel stärker, ist z. T. jedoch Reflex der konjunkturell bedingten inländischen Zusatznachfrage. Einzelne Teile des Maschinenbaus und vor allem Schienenfahrzeuge finden dagegen auf dem Weltmarkt immer weniger Anschluss.

– Nach unten gerichtet sind die Spezialisierungsdaten für Elektrotechnik und Instrumente, während Unterhaltungselektronik, Büromaschinen und Leuchten/Lampen/Batterien usw. von einer an sich schon ungünstigen Position noch weiter an Boden verlieren.

Außenhandelsspezialisierung und technologische Spezialisierung

Patentschutz wird oftmals gerade deshalb gesucht, um die Exportchancen zu erhöhen und den Importsubstitutionssektor vor Imitatoren zu schützen („Technology Gap Trade“). Technologische Vorteile spiegeln deshalb in aller Regel die Innovationsimpulse aus dem Binnenmarkt, die internationale Arbeitsteilung bei FuE sowie die Schwerpunktsetzung in der Industrie und in der Innovationstätigkeit wider. Beim Vergleich der Patentspezialisierung und der Außenhandelsspezialisierung zeigt sich für die großen Volkswirtschaften im Zeitverlauf auch ein relativ stabiles Muster. In der Regel ergibt sich eine hohe Übereinstimmung zwischen Technologieausrichtung und Außenhandelserfolg, so auch für Deutschland (vgl. Abb. 4-14). Vornehmlich in der Hochwertigen Technik ist der Zusammenhang zwischen Markt – Erfindung – Innovation –

Abb. 4-14: Außenhandels- und Patentspezialisierung Deutschlands Ende der 90er Jahre



Produktion – Export – Spezialisierung in Deutschland recht eng und zeigt sich insbesondere beim Automobilbau, aber auch beim Werkzeug- und Spezialmaschinenbau sowie für Teile der Chemischen Industrie.

In der Spitzentechnik beeinflussen hingegen vielfach innovationsfremde Faktoren wie Marktformen und Protektionismus die Außenhandelsergebnisse, sodass sich diese Zusammenhänge nicht unbedingt einstellen müssen. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern für alle großen Industrieländer: Die Spezialisierungsstruktur **innerhalb** des Spitzentechniksektors lässt sich durch die Patentstruktur nicht erklären.

5. Stand und Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit der neuen Bundesländer

Es ist schwierig, das Thema „Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands“ auf eine regionale Ebene herunterzubrechen. Die besonderen Bedingungen, unter denen die Wirtschaft der neuen Bundesländer im internationalen Technologiewettbewerb agieren muss, rechtfertigen eine gesonderte Betrachtung der Innovationsindikatoren für diesen Raum. Dabei geht es im Folgenden vor allem um die Herausarbeitung des technologischen Profils und um die Frage, welche technologischen und wirtschaftsstrukturellen Anknüpfungspunkte dieses Profil bietet.

5.1 Technologisches Profil in den neuen Bundesländern

Die Untersuchung des technologischen Profils wird im Folgenden auf der Basis von Patentanalysen vorgenommen.

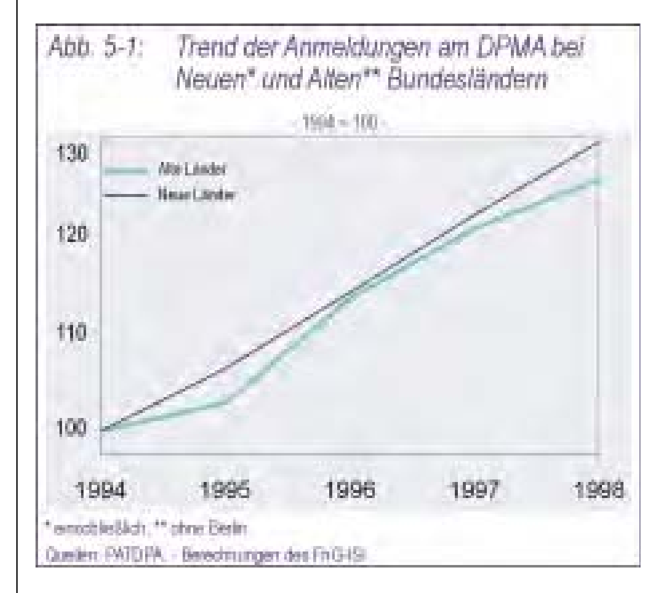
Entwicklung des Patentaufkommens

Nach einem deutlichen Rückgang der Patentanmeldungen beim DPMA im Jahre 1992 kam es in den Folgejahren zu einem Wiederanstieg. Nach der Herkunft der Patente betrachtet fällt ins Auge, dass die Zahl der für die Neuen Bundesländer angemeldeten Patente nach **Erfinder**adresse stets über der Anzahl der nach **Anmelder**adresse registrierten Patente liegt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass hinter rund 30 % der Patentanmeldungen mit einer Erfinderadresse aus den neuen Bundesländern eine anmeldende Firma aus den Westlichen Bundesländern steht. Nur 0,7 % der Patentanmeldungen mit einem Erfinder aus den alten Bundesländern haben dagegen eine ostdeutsche Anmeldeadresse.

Die neuen Bundesländer[47] haben nur einen geringen Anteil am deutschen Patentanmeldeaufkommen: Sie weisen im Beobachtungszeitraum gerade 9 bis 10 % (Erfindersitz) an allen Patentanmeldungen in Deutschland auf. Dieses Ergebnis für die Patentanmeldungen passt nicht ganz zu der Tatsache, dass in den neuen Bundesländern einschließlich Berlin 12½ % des FuE-Personals tätig ist[48]. Dem niedrigen Anteil am Gesamtpatentaufkommen steht auch kein überdurchschnittliches Wachstum der Anmeldezahlen gegenüber, sodass von einer Konvergenz der neuen und alten Bundesländer hinsichtlich der Patentanmeldungen keine Rede sein kann. (vgl. Abb. 5-1). Das Wachstum der Patentanmeldungen in den neuen Bundesländern folgt zwar im Wesentlichen der internationalen Dynamik und ist nur geringfügig höher als in den alten Bundesländern.

Der Anteil der neuen Bundesländer am EPA liegt mit 6 bis 7 % am gesamtdeutschen Aufkommen noch niedriger als am DPMA. Dies ist darauf zurückzuführen, dass nur ein Drittel der ostdeutschen DPMA-Anmeldungen auch am EPA registriert werden. In den alten Bundeslän-

Abb. 5-1: Trend der Anmeldungen am DPMA bei Neuen* und Alten** Bundesländern



* einschließlich, ** ohne Berlin
Quellen: PATDPA. - Berechnungen des FhG-ISI

[47] Einschließlich Berlin. Für eine Zuordnung von **Gesamtberlin** zu den neuen Bundesländern spricht, dass auch in Westberlin mit der Wiedervereinigung eine Welle der Veränderung und Erneuerung in Gang gesetzt wurde, sodass dort andere Rahmenbedingungen als für die alten Bundesländer gelten. Allerdings sollte auch nicht unterschlagen werden, dass sich ein Großteil der technologischen Potenziale erstens räumlich in Westberlin befinden und sich zweitens bereits vor der Wende gebildet hatten.

[48] Diese Diskrepanz kann zu einem Teil damit erklärt werden, dass FuE in den neuen Bundesländern zu wesentlich höheren Teilen von Klein- und Mittelunternehmen durchgeführt wird (vgl. Abschnitt 6.3), die eher eine niedrige Patentierneigung aufweisen. Im übrigen beträgt – um auch andere gängige Vergleichsmaßstäbe anzuführen – der Anteil der neuen Bundesländer am Inlandsprodukt 14½ % und an der Bevölkerung 21 %.

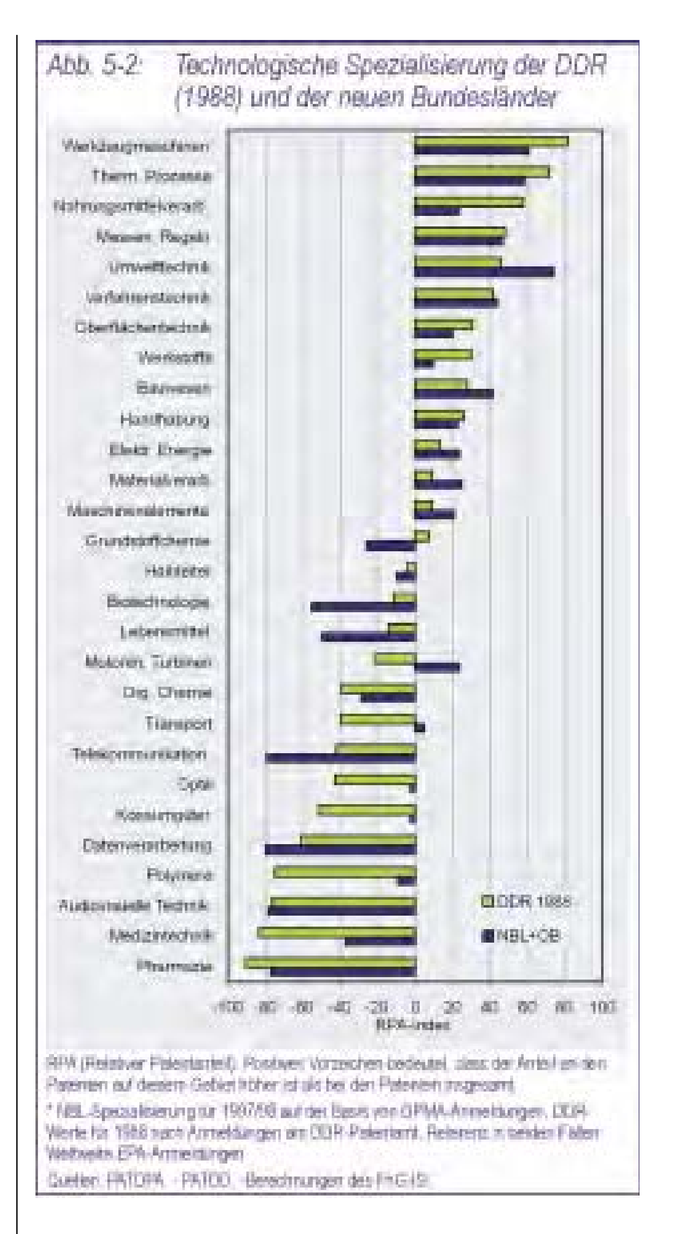
dern ist es hingegen etwa die Hälfte. Dies lässt auf eine noch begrenzte internationale Orientierung der ostdeutschen Industrieforschung schließen. Allerdings weisen die „Überleitungsquoten“ ostdeutscher Patente zum EPA eine steigende Tendenz auf, sodass die EPA-Anmeldungen deutlich schneller gewachsen sind (96 % zwischen 1994 und 1998) als für die alten Bundesländer (51 %).

Veränderungen des technologischen Profils in den neuen Bundesländern

Die Frage stellt sich, welche strukturellen Veränderungen das Technologieprofil der neuen Bundesländer seit dem Übergang von der DDR zur heutigen Situation[49] erfahren hat, wie flexibel Anpassungen erfolgt sind. Im Kern entspricht das Profil auch heute noch in vielen Fällen dem alten DDR-Muster (vgl. Abb. 5-2): Für 70 % der betrachteten Technologiefelder hat sich die grundsätzliche Aussage zur Spezialisierung nicht verändert. Dennoch gibt es partielle strukturelle Anpassungen. Auffällig ist insbesondere die starke Profilierung in den Feldern „Optik“, „Motoren/Turbinen“ und „Transport“, also im Kfz- und Schienenfahrzeugbau, sowie bei „Medizintechnik“, „Polymeren“ und „Konsumgütern“. Die „Umwelttechnik“ – bereits vor der „Wende“ im Technologiebereich ein Schwerpunkt der DDR-Forschung – hat bis Ende der 90er-Jahre noch weiter zugelegt. Dies kann auf den vielfältigen Einsatz von Bodensanierungs- sowie Wasser- und Luftreinhaltungstechniken zurückgeführt werden, die nach der Wende in den neuen Bundesländern zum Einsatz kommen mussten. Ein starker Rückgang der Spezialisierung ist dagegen in den traditionellen Chemie-Bereichen und in der Biotechnologie zu verzeichnen.

Technologische Profile in Ost und West: Internationale Sicht

Für die Beurteilung der heutigen Situation ist hingegen ein Profilvergleich Ost-West auf der Grundlage der Anmeldungen am EPA gewählt worden (vgl. Abb. 5-3), um die **internationale** Ausrichtung der Technologiestrukturen in den beiden Wirtschaftsgebieten abbilden zu können. Beim EPA gibt es nur wenig Übereinstimmungen in den technologischen Ausrichtungen der Wirtschaftsgebiete Ost und West, aber gehörige Diskrepanzen. In vielen „breiten Bereichen“ (z. B. Maschinen, Elektro, Chemie) sind die EPA-Quoten der ostdeutschen Wirtschaft noch sehr bescheiden. In einzelnen Bereichen der Spitzentechnik sind sie jedoch derart hoch, dass sich aus internationaler Sicht ein „Struktureffekt“ zugunsten der Spitzentechnik in den neuen Ländern erkennen lässt.



Es kann daher davon gesprochen werden, dass sich die Profile von Ost und West aus internationaler Perspektive an vielen Punkten ergänzen. Auffällig ist die im europäischen Vergleich starke Spezialisierung der neuen Bundesländer auf „Halbleiter“, „Messen, Regeln“, „Organische Chemie“, „Polymere“, „Biotechnologie“, „Grundstoffchemie“ und „Oberflächentechnik“. Die alten Bundesländer zeigen eine überdurchschnittliche Spezialisierung im Gesamtbereich Transport und Maschinenbau. Außerdem verfügen die alten Bundesländer über innovative Stärken in den Feldern „Bauwesen“, „Umwelttechnik“ und „Materialverarbeitung“.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei technologischen Innovationen der Beitrag der neuen Bundesländer im gesamtdeutschen Kontext absolut betrachtet moderat ist und sich im Zeitverlauf nicht wesentlich verändert hat.

---

[49] Für die Betrachtung der Entwicklung der ehemaligen DDR von den 80ern bis in die 90er-Jahre erscheint eine Gegenüberstellung DDR vs. Neue Bundesländer mit **Ostberlin** sinnvoll. Der Vergleich der DDR mit den neuen Bundesländern kann allerdings **nicht** – wie in anderen Teilen des Berichts – auf der Basis von EPA-Anmeldungen durchgeführt werden, weil nicht genügend Anmeldungen aus DDR-Zeiten vorliegen. Zu beachten ist bei dieser Analyse, dass die Anmeldungen zwar am **jeweiligen nationalen Amt gezählt** wurden, jedoch in ihrer Struktur im Vergleich zu den **weltweiten Anmeldungen am EPA bewertet** werden. Im Fall der neuen Bundesländer steht in einzelnen Technologiegebieten häufig nur eine geringe Anzahl von Anmeldungen. Daher sollten zur Interpretation nur die „großen“ Unterschiede herangezogen werden.

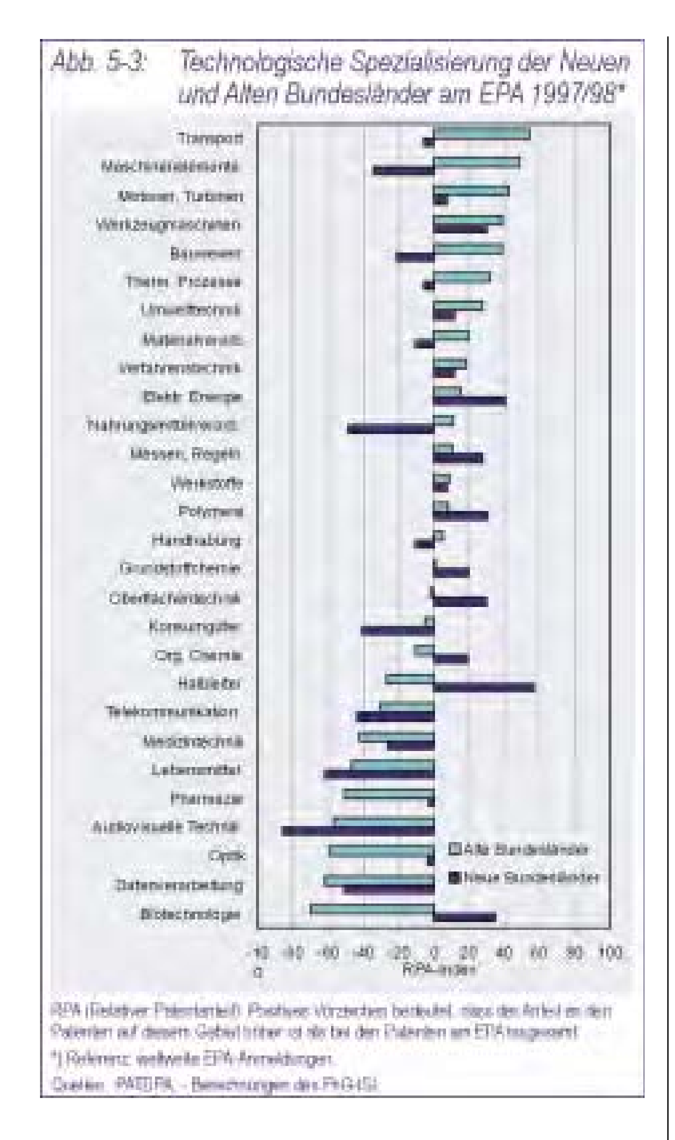


Abb. 5-3: Technologische Spezialisierung der Neuen und Alten Bundesländer am EPA 1997/98*

Allerdings ist bei den EPA-Anmeldungen eine Intensivierung zu beobachten, die der leicht steigenden Exporttätigkeit (vgl. Abschnitt 5.2) mittelfristig einen weiteren Schub verleihen könnte. In inhaltlicher Hinsicht knüpfen die neuen Bundesländer vielfach an die Stärken und Schwächen der DDR an; es sind aber auch neue Orientierungen erkennbar. So sind selektiv Spezialisierungen in einigen Hochtechnologie-Gebieten wie Biotechnologie, Mikroelektronik oder Oberflächentechnik bewahrt und ausgebaut werden. Die östlichen Bundesländer haben ein eigenständiges Profil und besetzen einige Nischen im Hochtechnologiebereich, die das deutsche Technologieprofil insgesamt ergänzen.

Regional differenzierte Analysen im Hinblick auf FuE-Potenziale und deren Umsetzung in Patente sowie Wachstumserfolge zeigen eine deutliche Heterogenität innerhalb Ostdeutschlands[50]. Ein Teil der Regionen hat sich nur schwach entwickelt, andere haben sich zu Wachstumspolen herausgebildet. Hierzu zählen insbesondere die Agglomerationsräume Leipzig, Dresden, Halle/Saale, Jena, Erfurt, Chemnitz und Berlin. Diese Regionen verfügten bereits zum Zeitpunkt der Vereinigung über Ausstattungsvorteile, konnten diese nutzen und – vor allem im Falle (West-)Berlins, das eine enorme Sogkraft auf forschende Unternehmen ausübt, – ausbauen. An diesen Potenzialen hat sowohl eine innovationsorientierte Regionalpolitik als auch eine Politik zur Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit der Wirtschaft anzuknüpfen, die sich die regionale Bündelung von Kompetenzen zunutze machen möchte.

5.2 Forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen

Die wachsenden Erfolge forschungsintensiver Industrien auf **Auslandsmärkten** sind als positives Signal zu werten. Mit jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten von über 17 % konnten ostdeutsche Anbieter aus forschungsintensiven Sektoren ihr Auslandsengagement seit 1993 deutlich schneller ausweiten als ihre Konkurrenten im früheren Bundesgebiet (vgl. Tab. 5-1). Die internationale Orientierung der forschungsintensiven Industrie hat zugenommen. Dies korrespondiert mit den vergleichsweise stark zunehmenden EPA-Anmeldungen. Dennoch fällt der Internationalisierungsgrad der ostdeutschen Industrie insgesamt noch eher bescheiden aus: Lediglich 3,4 % des von deutschen Betrieben im Ausland erzielten Umsatzes mit FuE-intensiven Waren kam 1999 aus den neuen Bundesländern und die Exportquote erreichte mit knapp 32 % bei weitem noch nicht das Niveau des früheren Bundesgebiets (rund 48 %). Daran gemessen konnten im Hinblick auf die Durchsetzungsfähigkeit auf internationalen Märkten bei Kraftwagen, sonstigen Fahrzeugen sowie in der Medientechnik erhebliche Fortschritte erzielt werden. Andererseits sind viele ostdeutsche Betriebe aus dem Maschinenbau und der Elektrotechnik international noch nicht hinreichend vertreten.

Trotz beachtlicher Wachstumsraten der **Produktion** von 6 % im Durchschnitt der Jahre 1993 bis 1999 ist das Gewicht forschungsintensiver Industrien noch immer gering. Der ostdeutsche Anteil am realen Wertschöpfungsvolumen forschungsintensiver Industrien in Deutschland im Jahr 1999 war knapp 4,5 %, bei den übrigen Sektoren war der Wertschöpfungsanteil 8,5 %. Zudem hatte sich die Industriestruktur zunächst eher in Richtung weniger forschungsintensiver Industrien entwickelt. Erst seit 1996 expandiert der forschungsintensive Sektor auch in Ostdeutschland stärker als die übrigen industriellen Sektoren (vgl. Abb. 5-4). Zu den Gewinnern im Strukturwandel zählen neben dem Automobilbau und Teilen der Elektrotechnik auch die z. T. zur Spitzentechnik zählenden Industrien EDV-Büromaschinen, Medientechnik, MSR-Technik/Optik sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau.

Wie in Westdeutschland (vgl. Abschnitt 4.1.1) wird der forschungsintensive Sektor auch in Ostdeutschland auf absehbare Zeit kaum die Rolle eines **Beschäftigungsmotors** übernehmen können. Denn er ist noch mit dem

50) Vgl. Sachverständigenrat (1999) sowie Gehrke, Legler (2000).

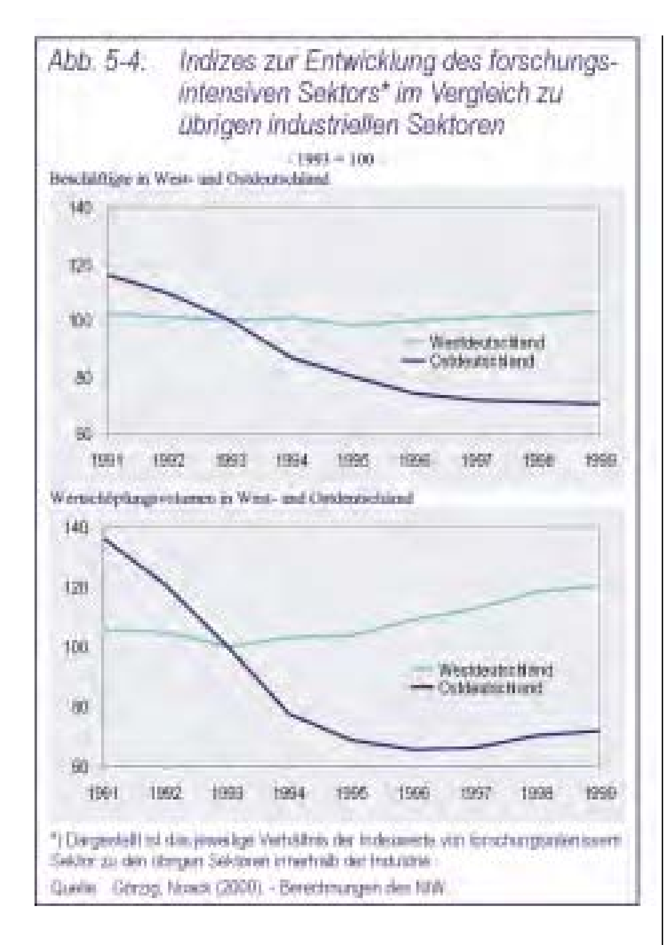
Tab. 5-1

Strukturkennziffern ostdeutscher forschungsintensiver Industrien: Position 1999 und Entwicklung im Aufschwung seit 1993

		Wertschöpfungsvolumen[1])	Beschäftigung	Bruttoanlageinvestitionsvolumen[1])	Auslandsumsatz
Forschungsintensiver Sektor					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	4,4	7,2	11,3	3,4
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	6,1	-5,7	4,8	17,3
Westdeutschland		3,6	-2,5	3,9	8,8
Chemische Industrie					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	5,6	6,5	16,2	2,9
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	5,6	-8,3	8,2	12,8
Westdeutschland		3,4	-3,2	2,0	6,1
Maschinenbau					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	3,8	7,0	10,6	2,8
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	-1,1	-7,7	0,0	3,3
Westdeutschland		1,7	-3,2	2,4	5,3
EDV-Geräte, Büromaschinen					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	6,6	7,0	5,7	7,4
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	40,0	0,6	-3,7	48,3
Westdeutschland		11,6	-8,2	2,2	0,6
Elektrotechnik					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	3,2	7,9	6,1	3,2
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	11,1	-0,1	0,6	13,9
Westdeutschland		2,6	-3,1	1,5	8,4
Medientechnik					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	5,9	9,9	29,4	4,2
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	18,0	2,2	44,2	44,8
Westdeutschland		4,4	-2,8	5,0	26,5
Mess- und Regeltechnik					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	8,7	7,8	8,9	3,3
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	15,2	-8,2	-0,9	22,1
Westdeutschland		2,3	-5,2	-1,8	-0,4
Kraftwagenbau					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	2,6	4,1	5,1	3,1
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	19,3	2,9	2,0	41,8
Westdeutschland		6,4	1,1	8,9	13,6
Sonstiger Fahrzeugbau					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	10,1	20,1	18,9	10,6
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	-9,2	-10,6	-15,7	7,9
Westdeutschland		-1,8	-4,9	-3,7	4,5
Übrige Sektoren					
Ostdeutschland	Ant.an Deutschl. in % 1999	8,5	11,5	16,1	5,3
Ostdeutschland	jahresdurchschn. Veränd. 1993-99 in %	12,1	-0,1	-6,3	17,8
Westdeutschland		0,4	-3,1	-0,7	5,0

[1]) In Preisen von 1995.

Quelle: Görzig, Noack (2000). -Berechnungen des NIW.



Problem einer hohen „Produktivitätslücke“[51)] belastet. Insgesamt waren in Ostdeutschland im Jahr 1999: 7,2 % der in Deutschland tätigen Personen im forschungsintensiven Sektor beschäftigt. Nach dem imensen Beschäftigungsabbau sind im Maschinen- und Automobilbau, in der Medientechnik, EDV und auch im Bereich MSR-Technik/Optik in jüngster Zeit neue Arbeitsplätze entstanden.

Auch vom **wissensintensiven Dienstleistungssektor** gehen keine entscheidenden Impulse für die Beschäftigung in den neuen Bundesländern aus. Zwar expandieren dort viele unternehmensnahe Dienstleistungen sehr stark – allerdings von einem niedrigen Niveau aus (vgl. Tab. A-6). Ein Engpass für die weitere Entwicklung wissensintensiver Dienstleistungen könnte darin liegen, dass hoch qualifiziertes Personal nicht in hinreichendem Umfang auf dem Arbeitsmarkt verfügbar ist. Zum einen stimmen die nachgefragten Qualifikationen nicht mit den Ausbildungsprofilen der Arbeitslosen überein[52)], zum anderen gelingt es den Firmen selten, hoch qualifiziertes Personal aus anderen Regionen abzuwerben.

Der Aufbau des Unternehmensbestandes im Osten führte in der ersten Hälfte der 90er-Jahre in allen Branchen zu außerordentlich hohen **Gründungsintensitäten.** Ab etwa 1995 war dieser „Anpassungsprozess“ abgeschlossen, wobei insgesamt ein geringerer Unternehmensbesatz als im Westen erreicht wurde. Seit 1995 ist die Gründungsdynamik (Gründungen bezogen auf den Unternehmensbestand) mit 10 % ähnlich jener im Westen. Allerdings ist die Zahl der mit Unternehmensgründungen unmittelbar geschaffenen Arbeitsplätze in den Neuen Bundesländern im Schnitt leicht höher als im Westen. Dieser Abstand gilt für fast alle Branchen, insbesondere aber für das Verarbeitende Gewerbe.

Die Struktur der Gründungen in den neuen Bundesländer weist jedoch einige Unterschiede zu jener im Westen auf: Das Baugewerbe hat einen doppelt so hohen Anteil an den Gründungszahlen. In der forschungsintensiven Industrie kommt der Spitzentechnik eine größere Bedeutung als im Westen zu, insofern ist – wie bei den Patenten schon sichtbar wurde – langfristig eine Bereicherung der Technologieszene in Deutschland möglich (vgl. Abb. 5-5). Bei technologieintensiven Dienstleistungen und nicht wissensintensiven unternehmensnahen Dienstleistungen ist der Rückstand gegenüber dem Gründungsgeschehen in den alten Bundesländern hingegen deutlich, die Dynamik ist schwach (vgl. 5-6).

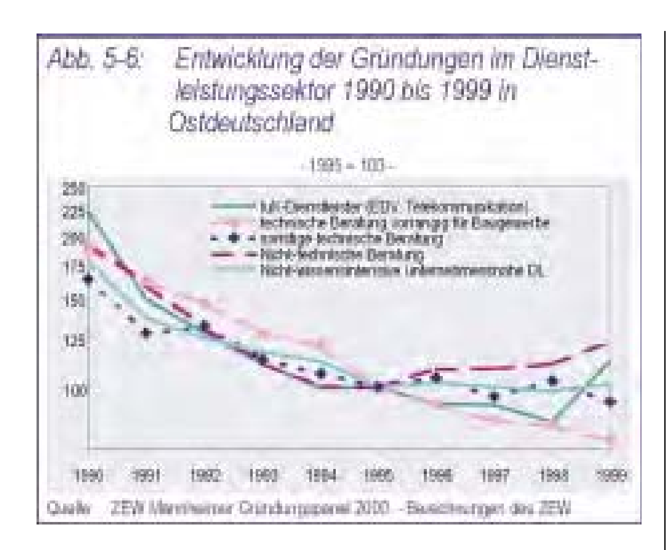
5.3 FuE und Innovationen

1997 waren in der Wirtschaft der neuen Bundesländer gut 25 000 **FuE-Beschäftigte** zu verzeichnen, knapp 6 % mehr als 1995 (vgl. Tab. 5-2). Nach den Einbrüchen Anfang der 90er-Jahre ist dies ein positives Signal, eine leicht ansteigende Tendenz hinsichtlich des FuE-Personals scheint sich einzustellen. Im Westen stieg die Zahl des FuE-Personals zwischen 1995 und 1997 um 9 %. Der Anteil Ostdeutschlands am gesamtdeutschen FuE-Personal beträgt 9 %, an den gesamtdeutschen internen FuE-Aufwendungen nur 6 %.



51) Vgl. Sachverständigenrat (2000). Im innerdeutschen Vergleich ist unter den FuE-intensiven Wirtschaftszweigen die Produktivitätslücke in der Chemischen Industrie, bei EDV-Geräten, in der MSR-Technik und im Kraftwagenbau nicht so hoch. Im Maschinenbau, der Elektro- und Medientechnik und im sonstigen Fahrzeugbau ist noch eine verhältnismäßig hohe Arbeitsproduktivitätslücke zu verzeichnen.

52) Die Arbeitslosenquote der Personen ohne Ausbildung lag im Jahr 1998 um rund das Dreifache höher als die durchschnittliche Quote (18,1 %). Demgegenüber betrug die Arbeitslosigkeit bei Universitätsabsolventen lediglich 5,2 %, bei Fachhochschulabsolventen sogar nur 3,8 %. Vgl. Sachverständigenrat (2000).



Tab. 5-2:

Kennziffern zu FuE in den neuen Bundesländern und im früheren Bundesgebiet

	Jahr	neue Bundesländer	früheres Bundesgebiet
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt	1995	23.700	260.000
	1997	25.100	261.200
Verteilung des FuE-Personals auf Unternehmen mit ... Beschäftigten in vH	1997		
unter 100		40	6
100 bis 249		18	5
250 bis 499		7	5
500 bis 999		9	7
1.000 bis 1.999		4	9
2.000 und mehr		22	68
FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe in vH als...			
Personalanteil an den Beschäftigten[1]	1997	3,7	4,3
Interne FuE-Aufwendungen am Umsatz	1997	2,0	2,5
FuE-Personal in der Wirtschaft je 10.000 Erwerbstätige[2]	1997	56	122

[1] Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe.

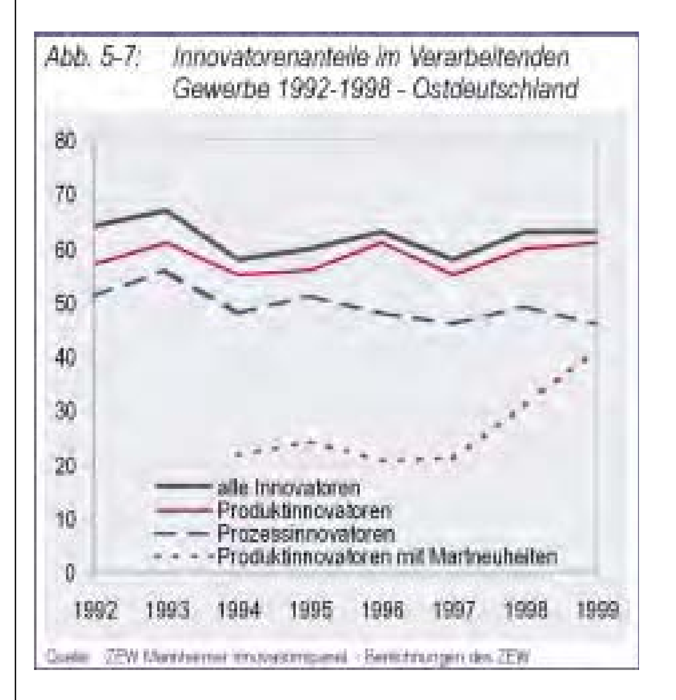
[2] Erwerbstätige in der gewerblichen Wirtschaft (ohne Landwirtschaft und Staat).

Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 1995-1997; FuE Info 2/1998, ergänzt um unveröffentliche Materialien des WSV zu FuE 1997. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1, sowie Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Dabei spielt die kleinbetriebliche Struktur der FuE-betreibenden Unternehmen eine wichtige Rolle, da FuE in Klein- und Mittelunternehmen erheblich personalintensiver ist als in größeren Unternehmen. Während im früheren Bundesgebiet nur rund 16 % des FuE-Personals seine Tätigkeit in Klein- und Mittelunternehmen ausübt, sind es in den neuen Bundesländern. Es gibt dort nur sehr wenige Großunternehmen. Die Klein- und Mittelunternehmen, die FuE betreiben, tun dies in etwa mit der gleichen Intensität wie Klein- und Mittelunternehmen im früheren Bundesgebiet.

Die **Innovationsaktivitäten** der Unternehmen in den Neuen Bundesländern sind in den 90er-Jahre durch zwei Phasen geprägt[53]: In der ersten Hälfte der 90er-Jahre zeigten alle Indikatoren als Folge des Umstrukturierungsprozesses eine enorme Zahl von Innovatoren an. Danach gab es eine weitgehende Annäherung an das Innovationsverhalten in Westdeutschland. Produktinnovatorenanteile (vgl. Abb. 5-7) und Innovationsintensität deuten darauf hin. Dabei ist der Anteil der Investitionen an den Innovationsaufwendungen immer noch höher als in Westdeutschland.

Unterschiede zuungunsten der ostdeutschen Wirtschaft zeigen sich vor allem bei geringeren Kostensenkungseffekten von Innovationen (vgl. Abb. 5-8, S. 72), was angesichts der Produktivitätslücke eher als Enttäuschung angesehen werden muss. Zwei Dinge sollten darüber hinaus zu denken geben: Zieht man die Tatsache in Betracht, dass ein größerer Teil der ostdeutschen Unternehmen noch sehr jung ist und dementsprechend eine junge Produktpalette hat, dann ist der Umsatzanteil mit Produktneuheiten enttäuschend niedrig. Zudem ist der geringe Anteil an Marktneuheiten eher ein Indiz für Anpassungsentwicklungen und Imitationen und dürfte mit der niedrigen FuE-Intensität ostdeutscher Unternehmen zusammenhängen.



[53] Im Detail vgl. Janz u. a. (2000).

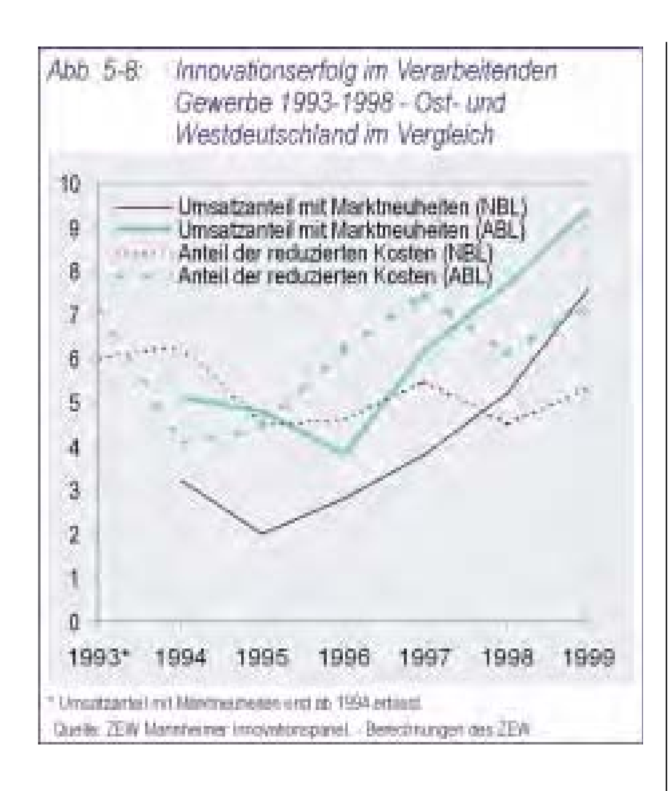


Abb. 5-8: Innovationserfolg im Verarbeitenden Gewerbe 1993-1998 - Ost- und Westdeutschland im Vergleich

* Umsatzanteil mit Marktneuheiten wird ab 1994 erfasst.
Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

5.4 Zusammenfassung

Bei allen Vergleichen ist in Rechnung zu stellen, dass der implizite Maßstab für die Beurteilung der neuen Bundesländer – nämlich die westdeutsche Wirtschaft – aus ökonomischer Sicht als problematisch anzusehen ist. Den Besonderheiten des ostdeutschen Innovationssystems wird man mit dieser kursorischen Indikatorenbetrachtung nur begrenzt gerecht.

Die Integration der neuen Bundesländer in den internationalen Technologiewettbewerb kommt voran, steht aber insgesamt noch immer deutlich hinter derjenigen der alten Bundesländer zurück. Die vergleichsweise geringe Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige, der geringe Industriebesatz mit einem zu geringen Anteil forschender Unternehmen sind Indizien dafür. Verhaltensweisen und Strukturen der technologischen Leistungsfähigkeit in West- und Ostdeutschland haben sich nur wenig angeglichen. Dies nährt die Vermutung, dass die Diskrepanzen im technologischen Entwicklungsniveau zwischen den alten und neuen Bundesländern noch über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben werden. Dies schließt nicht aus, dass vereinzelte, sektoral und regional konzentrierte Technologie- und Wachstumspole entstehen, die durchaus Anschluss an die technologisch fortgeschrittenen Regionen in den alten Ländern gewinnen. Der vielfach grundlegende Neuaufbau hat z. T. die Chance geboten, Lücken zu besetzen, die sich im Laufe der Zeit im traditionellen Technologiespektrum der westdeutschen Wirtschaft aufgetan haben. Dies sind auch die Anknüpfungspunkte für eine Stärkung regionaler Entwicklungsschwerpunkte. Ziel muss die Herausbildung überregional und international bedeutender Innovationszentren sein, die auch die Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands stärken könnte.

6. Innovationstätigkeit in ausgewählten Sektoren

6.1 Technologische Leistungsfähigkeit des Automobilbaus

6.1.1 Innovationskompetenzen des deutschen Automobilbaus

Der deutsche Automobilbau hat vielfach die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, insbesondere durch die Tatsache, dass er als einer der ganz wenigen Sektoren in den Neunzigerjahren signifikant und kontinuierlich seine **FuE-Anstrengungen** ausgeweitet hat und – im Gegensatz zu den meisten anderen Industriebranchen – die Beschäftigung hat steigern können. FuE im Automobilbau hat einen Anteil an den FuE-Aufwendungen der Verarbeitenden Industrie in den OECD-Ländern von 12 bis 14 % (vgl. Abb. 6-1). In Deutschland hat sich dieser Anteil seit Anfang der siebziger Jahre mehr als verdoppelt (auf 26 %). Deutschlands Gewicht als „Autoforschungsland“ hat sich erhöht – entgegen dem Trend, den Deutschland bei industrieller FuE insgesamt eingeschlagen hat. Deutschland ist der größte Anmelder von **Automobilpatenten** (45 % Anteil am EPA) und ist auch am stärksten auf Automobilpatente spezialisiert (vgl. Abb. 6-2).

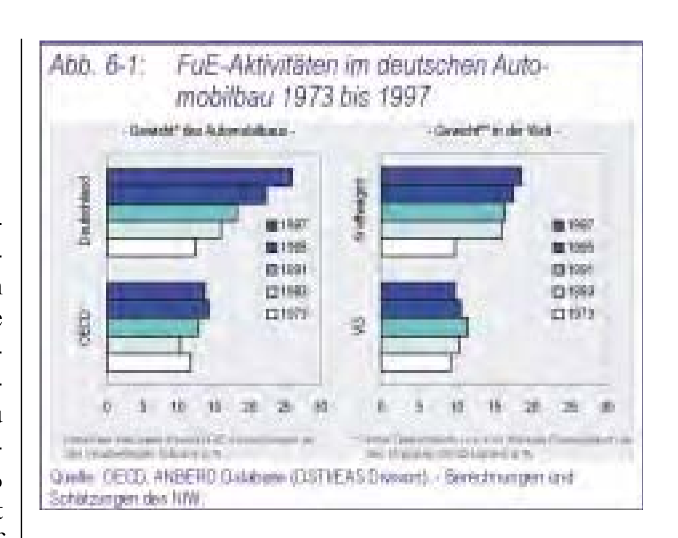


Abb. 6-1: FuE-Aktivitäten im deutschen Automobilbau 1973 bis 1997

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Zuge der **Globalisierung** ist die Produktion an ausländischen Standorten wichtiger geworden. Die Motive



Abb. 6-2: Relative Patentanteile (RPA) ausgewählter Länder in der Automobiltechnik 1985 bis 1998 am EPA

RPA (Relativer Patentanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.

Quelle: Zusammenstellung des FhG-ISI.

sind unterschiedlich und nicht immer eindeutig den Regionen zuzuordnen:

– In Mittel- und Südamerika dient der Aufbau von Produktionsstätten überwiegend der Markterschließung.

– In weniger entwickelten süd- sowie mittel- und osteuropäischen Volkswirtschaften steht die Ausschöpfung von Kostenvorteilen vornehmlich bei Vorprodukten im Vordergrund.

– In den hoch entwickelten Volkswirtschaften geht es hauptsächlich um die Teilhabe an „lead markets" in einzelnen Marktsegmenten und um die weitere Marktdurchdringung. Gleichzeitig hat das internationale FuE-Engagement zugenommen, um sich besser an die Gegebenheiten des jeweiligen Marktes anpassen zu können.

Mit 3,6 Mrd. DM gaben deutsche Unternehmen im Jahre 1997 noch einmal ein Viertel des Betrages, den sie im Inland für FuE einsetzten, im Ausland aus. Es ist als Zeichen für die Attraktivität Deutschlands als FuE-Standort im Automobilbau zu werten, dass die deutschen Töchter ausländischer Automobilhersteller und -zulieferer an den FuE-Kapazitäten des Automobilbaus in Deutschland zu rund 17 % beteiligt sind.

Die deutsche Automobilindustrie hat über die Zunahme der FuE-Aktivitäten hinaus einen beispiellosen **Restrukturierungsprozess**, technologische Modernisierung sowie systemare und organisatorische Innovationen mit enormen Konsequenzen für das Beziehungsgeflecht der Unternehmen der Kfz-Industrie untereinander hinter sich. Dies waren die Antworten auf die in der Rezession 1993/94 sichtbar gewordenen Ineffizienzen. Das Ergebnis war Konsolidierung, Wachstum und gestärkte Wettbewerbsposition deutscher Hersteller auf den internationalen Märkten: In der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre bewirkten die hohen, exportgetragenen Produktions- und Umsatzzuwächse sogar wieder eine Beschäftigungszunahme.

Kaum ein Produkt ist so komplex wie das Auto. Entsprechend hoch sind auch die inter- und intrasektoralen Verflechtungen. Gleichzeitig ist die **Beschäftigungsstruktur** recht heterogen (vgl. Tab. 6-1, S. 74). Neben einem hohen Anteil akademischen Personals im „Dienstleistungsbereich" der Industrie ist der Anteil der Fertigungstätigkeiten vergleichsweise hoch. Sehr gespalten ist insbesondere das Bild der Teile-/Zubehörhersteller: Ein hoher Anteil an Beschäftigten mit natur-/ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung und Entwicklungsaufgaben ist gekoppelt mit überdurchschnittlich vielen Fertigungstätigkeiten, darunter auch viele Arbeitsplätze ohne besondere Qualifikationsanforderungen. Dies bietet enorme Rationalisierungspotenziale in Teilen der Wertschöpfungsketten des Automobilbaus, eröffnet Kostenoptimierungspotenziale durch konzerninterne internationale Arbeitsteilung und deutet auf Wettbewerbsvorteile für Produzenten aus weniger entwickelten Volkswirtschaften mit niedrigen Arbeitskosten hin.

Systemkompetenz

Innovationen im Automobilbau sind vielfach auch **organisatorische Innovationen** wie Fusionen, Standortverlagerungen, Verringerung der Fertigungstiefe, Straffung der Handelsnetze, Flexibilisierung der Arbeitszeiten, Kooperationen mit Zulieferern, räumliche Nähe zwischen Abnehmern und Zulieferern („Autoparks"). Der strukturelle Anpassungs- und organisatorische Innovationsbedarf hat sich insbesondere bei Zulieferern erhöht. Denn die Kraftwagenhersteller verlangen immer stärker das Angebot von System- und Komplettlösungen anstelle der Lieferung von einzelnen Teilen. Systemlieferanten haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen, die Zahl der direkten Zulieferer von einzelnen Teilen an die Kraftwagenhersteller hat sich erheblich verringert. Zur Erhöhung der Flexibilität und zur Verkürzung der Entwicklungszeiten sind Zulieferer (zumindest die großen „megasupplier") meist auch stark in die Produktentwicklung eingebunden. Die **FuE-Arbeitsteilung** hat im Automobilbau daher sehr stark zugenommen; 20 % der FuE-Gesamtaufwendungen werden **extern** durchgeführt. Die „interindustriellen spillovers" sind beträchtlich, mit Impulswirkungen für die Forschung in der Chemieindustrie, der Elektronik, der Telekommunikation, den Produktionsgütersektoren (neue Werkstoffe) u. Ä.

Zulieferer profitieren einerseits vom Trend zur Verringerung der Fertigungstiefe in der Kraftwagenproduktion. Andererseits werden sie von den Automobilherstellern massiv unter Rationalisierungs-, Preis- und Kostendruck gesetzt, auch durch die Internationalisierung der Beschaffungspolitik. Indiz dafür ist die nominale Umsatzentwicklung bei Zulieferern, die flacher als die Entwicklung der realen Produktion verlief. Dies gilt insbesondere für einfache, austauschbare Produkte und integrierbare Bausteine und wird verstärkt durch die „Plattformstrategien" der Hersteller, d. h. die Entwicklung von Modellfamilien auf der Basis einheitlicher Komponenten und Teile.

Die Position der Anbieter von „Schlüsselkomponenten" (z. B. Elektronik) dürfte hingegen etwas stärker sein. Die wechselseitige Abhängigkeit von Herstellern und Zulieferern bei „Filetstücken" dürfte den Wissens- und Techno-

Tab. 6-1

Indikatoren zu Tätigkeiten und Qualifikationsstruktur in der deutschen Automobilindustrie 1999

	Herstellung von				
	Kraftwagen und -teilen	Kraftwagen und -motoren	Karosserien, Aufbauten u. Anhängern	Teilen und Zubehör f. Kraftwagen	Verarbeitendes Gewerbe
Fertigungsintensität[1]	72,7	72,0	74,3	73,7	63,3
Ausbildungskapitalintensität der Fertigung[2]	43,7	46,6	63,0	32,5	46,1
Dienstleistungsintensität[3]	27,3	28,0	25,7	26,3	36,7
Ausbildungskapitalintensität der Dienstleist.[4]	32,7	35,8	17,0	28,7	20,9
Ausgebildetenquote[5]	74,7	77,1	77,5	68,5	71,2
Hochqualifiziertenquote[6]	8,9	10,0	4,4	7,5	7,7
Wissenschaftlerintensität[7]	6,0	6,9	2,2	4,8	4,4

1) Anteil der Arbeiter an den Beschäftigten insg. in %.
2) Anteil der Facharbeiter an den Arbeitern in %.
3) Anteil der Angestellten an den Beschäftigten insg. in %.
4) Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Angestellten in %.
5) Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung an den Beschäftigten insg. in %.
6) Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Beschäftigten insg. in %.
7) Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den Beschäftigten insg. in %.
Quelle: Statistisches Bundesamt:

logietransfer innerhalb der Automobilindustrie erheblich beschleunigen, sie führt zu hoher „Systemkompetenz“ der Anbieter am Standort Deutschland. Die enge Verflechtung erhöht gleichzeitig die Einstiegsbarrieren für Konkurrenten ohne Einbindungen in den deutschen Markt.

FuE-Ziele

Zulieferer und – vornehmlich prozessinnovationsbezogen – Wettbewerber haben in diesem System als Impulsgeber für Innovationen ein sehr hohes Gewicht. Einerseits strahlen die engen wechselseitigen Kooperationsbeziehungen auf das Innovationsgeschehen aus, andererseits herrscht auch scharfer (Kosten-)Wettbewerb (vgl. Tab. 6-2).

Am häufigsten kommen die Innovationssignale jedoch von den Kunden. Sie stellen individuelle Anforderungen immer stärker in den Vordergrund. Neue Werkstoffe und Fertigungstechnologien ermöglichen es, dass die Wünsche aufgegriffen werden. Dies führt zu kürzeren Modellzyklen und zu einer höheren Modellvielfalt („neue Generationen“ von Automobilen mit stark veränderten Konzeptionen). Letztlich bedeutet dies einen hohen Grad der Produktdifferenzierung mit kurzen Produktlebenszyklen und hohe Abschreibungsraten für FuE. Neue Produkte werden weitaus am häufigsten als FuE-Ziel genannt. Innovationen zielen vor allem auf neue Sicherheitssysteme (z. B. ESP), Lärm-, Schadstoffemissions- und Kraftstoffverbrauchsminderung (Dreiliterauto) sowie Leistungserhöhung (Direkteinspritzung, Abgasminderung und -nachbehandlung), Gewichtsreduktion (Leichtbauwerkstoffe, Materialersparnis), Design und verbesserte Ausstattung, Kommunikationsfähigkeit, Kreislaufwirtschafts- und neue Fertigungskonzepte, aber auch auf alternative Antriebstechnologien (Elektro- und Radnabenmotor, Gasturbine und insbesondere Brennstoffzelle) und innovative Mobilitätskonzepte (Verkehrsleit-, Kommunikations- und Navigationssysteme) sowie „bimodale“ Straße-Schiene-Fahrzeuge zur Verminderung der Verkehrsbelastung insbesondere in Ballungsgebieten ab.

Zur Realisierung von Produktinnovationen baut die deutsche Automobilindustrie stärker als die meisten anderen Industrien auf Signale und Kompetenzen aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Dies liegt angesichts der hohen FuE-Intensität der Automobilindustrie auf der Hand, hat aber auf der anderen Seite auch „angebotsseitig“ seine Erklärung. Denn das deutsche Wissenschafts- und Forschungssystem ist recht stark auf die Fertigungstechnik, und darunter nicht zuletzt auf das Automobil, zugeschnitten.

6.1.2 Außenhandelsposition und Spezialisierung

Die hohe Innovationskraft im Automobilbau hat Deutschland in den Neunzigerjahren bei den forschungsintensiven Teilen der Industrie einen **Welthandelsanteil** von

Tab. 6-2

Informationsquellen für Innovationen 1998

Anteil der Unternehmen, die die Innovationsquelle nutzen		Produktinnovatoren		Prozessinnovatoren
		insgesamt	mit Marktneuheiten	
Absatzmarkt (allgemein)	Automobilbranche	67	75	
	übrig. Verarb. Gewerbe	71	74	
direkte Kundenwünsche	Automobilbranche	62	68	
	übrig. Verarb. Gewerbe	59	62	
anonyme Nachfrage	Automobilbranche	38	43	
	übrig. Verarb. Gewerbe	39	44	
Zulieferer	Automobilbranche	37	41	24*
	übrig. Verarb. Gewerbe	28	32	14
Wettbewerber	Automobilbranche	37	41	19**
	übrig. Verarb. Gewerbe	31	37	8
Wissenschaft	Automobilbranche	23	24	13
	übrig. Verarb. Gewerbe	14	18	8

* signifikant bei 0,1; * signifikant bei 0,05. Basis: Alle Unternehmen.
Quelle: Sonderauswertungen des ZEW für das NIW.

rund 20 % beschert. Diese Anteile sind stabil – entgegen dem Trend bei Industriewaren insgesamt oder auch bei den meisten übrigen forschungsintensiven Industriegütern. Grundsätzlich hat sich die Spezialisierung auch in ähnlicher Weise verstärkt wie die relative Position auf den Weltmärkten.

Anders ist dies jedoch bei Teilen/Zubehör und bei Motoren zu beurteilen, wo der Handel erheblich stärker expandiert. Dort war Anfang der Neunzigerjahre beinahe noch „Autarkie" gegeben: Die verstärkte intraindustrielle (häufig konzerninterne) Arbeitsteilung führt dazu, dass sich Deutschland bei diesen Vorprodukten zunehmend des Weltmarktangebots bedient und gleichzeitig selbst in immer stärkerem Maße auf dem Weltmarkt als Anbieter von Kfz-Teilen/-Zubehör auftritt (vgl. Tab. 6-3, S. 76 und Tab. 6-4, S. 77). Diese Entwicklung hängt mit der Heterogenität der Produkte und mit der Heterogenität der in der Teileproduktion erforderlichen Qualifikationen zusammen:

– Hohe **Qualifikationsanforderungen** – vorwiegend in den Funktionen Entwicklung und Konstruktion – bilden auf der einen Seite in einzelnen hochwertigen Segmenten die Basis für steigende Exporte, meist Zulieferteile an ausländische Produktionsstätten inländischer Unternehmen.

– Geringe Anforderungen an die Ausbildung des **Fertigungspersonals** erhöhen die Substitutionsmöglichkeiten zwischen (in- und ausländischen) Anbietern von Vorprodukten. Organisatorische Innovationen wie die zunehmend internationale Einkaufspolitik der Automobilhersteller („global sourcing") beschleunigen diesen Prozess. Insbesondere ist dies auch mit Lieferungen von ausländischen Standorten deutscher Unternehmen in Zusammenhang zu bringen, die die sich bietenden Kostenvorteile im Ausland nutzen. Bevorzugte Standorte sind Südeuropa sowie die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten.

Der Export von Pkws wird insbesondere von der **mengenmäßigen Entwicklung** vorangetrieben (50 % mehr als 1991), während die Zahl der eingeführten Pkws im Jahre 1999 immer noch nicht das Niveau von 1991 erreicht hat (vgl. Abb. 6-3). Dies liegt auch an der verbesserten preislichen Wettbewerbsfähigkeit: Die Einfuhr**preise** sind kontinuierlich schneller gestiegen als die der ausgeführten Pkws. In den letzten Jahren – seit 1996 – dürften die überproportional gestiegenen Einfuhrpreise auch mit der schwächeren Notierung der D-Mark bzw. des Euro zusammenhängen.

Die Struktur des deutschen Pkw-Außenhandels ist vor allem durch das Wachstum bei größeren Hubraumklassen gekennzeichnet. Dies signalisiert den Trend zu „höherwertigen" Produkten[54]. Sowohl Einfuhren als auch Ausfuhren von Pkws tendieren in höherwertige Klassen. Bei

[54] Die „Wertigkeit" ist hier an den Stückwerten gemessen: Eine andere „technologische" Unterscheidung als nach Hubraumklassen erlaubt die Außenhandelsstatistik nicht.

Tab. 6-3

Welthandelsanteile und RWA Deutschlands bei forschungsintensiven Teilen des Automobilbaus 1991 bis 1998

Warengruppe	1991[1]	1992[2]	1993[3]	1994	1995	1996	1997	1998
Welthandelsanteile*								
Forschungsintensive Erzeugnisse insgesamt**	**18,4**	**18,3**	**16,0**	**15,8**	**16,1**	**15,3**	**14,7**	**15,2**
Spitzentechnologie	11,6	11,1	9,9	10,0	9,9	9,3	9,1	9,3
Hochwertige Technologie	21,0	20,9	18,2	18,0	18,4	17,7	17,1	17,8
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör***	**20,9**	**21,5**	**18,2**	**18,6**	**19,6**	**19,1**	**18,7**	**20,1**
781 Personenkraftwagen	21,6	23,4	20,0	21,0	21,4	21,5	21,1	22,4
782 Lastkraftwagen	14,8	13,8	10,9	12,6	14,5	14,1	13,8	14,8
783 Straßenfahrzeuge, a.n.g.	20,8	21,4	20,4	20,7	26,0	21,9	19,4	19,5
784 Teile u. Zubehör für Kraftfahrz. aus 722, 781, 782, 783	12,9	12,3	10,1	10,7	12,0	13,1	12,6	13,7
7863 Container	10,7	6,7	6,5	2,3	2,8	3,7	4,2	6,1
7132 Fahrzeugmotoren	17,0	15,0	10,9	9,7	10,4	11,0	11,8	13,1
7139 Teile für Motoren aus 7132, 7133 u. 7138	21,9	20,3	17,4	17,6	18,9	19,4	19,8	20,4
RWA******								
Forschungsintensive Erzeugnisse insgesamt	**7**	**8**	**8**	**8**	**8**	**9**	**7**	**7**
Spitzentechnologie	-39	-42	-40	-38	-41	-42	-41	-42
Hochwertige Technologie	21	22	21	21	22	23	22	23
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör	**20**	**24**	**21**	**24**	**28**	**31**	**31**	**34**
781 Personenkraftwagen	23	33	30	36	37	42	43	45
782 Lastkraftwagen	-14	-20	-31	-14	-2	0	1	3
783 Straßenfahrzeuge, a.n.g.	19	24	32	35	56	44	35	31
784 Teile u. Zubehör für Kraftfahrz. aus 722, 781, 782, 783	-28	-32	-38	-30	-21	-7	-9	-4
7863 Container	-47	-93	-81	-184	-165	-134	-118	-85
7132 Fahrzeugmotoren	0	-12	-30	-41	-36	-25	-15	-8
7139 Teile für Motoren aus 7132, 7133 u. 7138	25	18	17	19	24	32	37	36

1) OECD ohne Polen, Tschechien, Ungarn und Korea.

2) OECD ohne Tschechien und Korea.

3) OECD ohne Korea.

*) Anteile an den Ausfuhren der OECD-Länder in %.

**) Enthält nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw..

***) Enthält nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw. aus dem Automobilbau.

****) RWA (Relativer Welthandelsanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil am Weltmarktangebot bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Quelle: OECD: ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999. – Berechnungen des NIW.

den Ausfuhren ist diese **Strukturkomponente** deutlicher als bei den Einfuhren zu beobachten. Deutschland ist ein führender Markt für hochwertige Pkws (ausgebautes Straßennetz, kein generelles Tempolimit, hohe Qualitäts-, Sicherheits- und Umweltanforderungen) und hat eindeutige komparative Vorteile in den höheren Hubraumklassen. Diese Position konnte in den letzten Jahren jedoch nicht mehr ausgebaut werden.

Deutschland setzt im Automobilbau vielfach die Standards für die internationale Produktion. Der deutsche Markt stellt besondere Anforderungen an die Qualität und Innovativität von neuen Modellen. Von diesen hohen Anforderungen der Kunden profitieren die Hersteller in ihren Entwicklungsvorhaben. Auch deshalb ist Deutschland ein hervorragender Standort für FuE in der Automobilindustrie. Nur in einigen spezialisierten Marktsegmenten (z. B. bei Geländewagen, „sport utility vehicles“, Sportwagen, Großraumlimousinen, Luxusautos) ist Deutschland hingegen kein „lead market“. Unter Ausnutzung der existierenden Marktvorteile in anderen Segmenten arbeitet die deutsche Industrie auch dort am Kompetenzaufbau.

6.1.3 Herausforderungen

Die Herausforderungen der deutschen Automobilindustrie sind überwiegend in der Integration der Informationstechnik, in ökologischen Fragen, im Aufkommen weiterer Konkurrenzstandorte für Arbeitsplätze, in der gedämpften Nachfrageentwicklung, im Aufgreifen neuer Fahrzeugtrends im Ausland und in der Preiswettbewerbsfähigkeit zu sehen.

Tab. 6-4

Spezialisierung Deutschlands bei forschungsintensiven Teilen des Automobilbaus 1991 bis 1999 (RCA*)

	RCA-Werte									Ausfuhr in Mrd. US$	Einfuhr in Mrd. US$
Warengruppe	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1999	1999
Forschungsintensive Erzeugnisse insg.**	**23**	**24**	**26**	**26**	**25**	**22**	**22**	**19**	**15**	**283,5**	**184,4**
Spitzentechnologie	-26	-29	-33	-30	-26	-28	-28	-33	-31	64,2	66,4
Hochwertige Technologie	40	42	46	45	41	39	40	39	36	215,3	114,4
Kraftwagen und -motoren sowie Zubehör***	**35**	**42**	**47**	**48**	**42**	**37**	**40**	**47**	**44**	**102,1**	**49,7**
781 Personenkraftwagen	27	44	50	61	50	49	55	63	61	61,4	25,2
782 Lastkraftwagen	14	18	30	33	35	26	28	31	21	7,0	4,3
783 Straßenfahrzeuge, a.n.g.	81	87	117	100	73	62	132	157	151	3,0	0,5
784 Teile u. Zubehör für Kraftfahrz.	42	29	34	32	32	21	16	19	12	15,5	10,4
7863 Container	-82	-111	-89	-104	-106	-107	-105	-78	-119	0,0	0,1
7132 Fahrzeugmotoren	-4	-19	-20	-34	-30	-34	-35	-34	-38	3,9	4,3
7139 Teile für Motoren	96	71	93	88	82	75	65	54	52	4,3	1,9

*) RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

**) Enthält nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw.

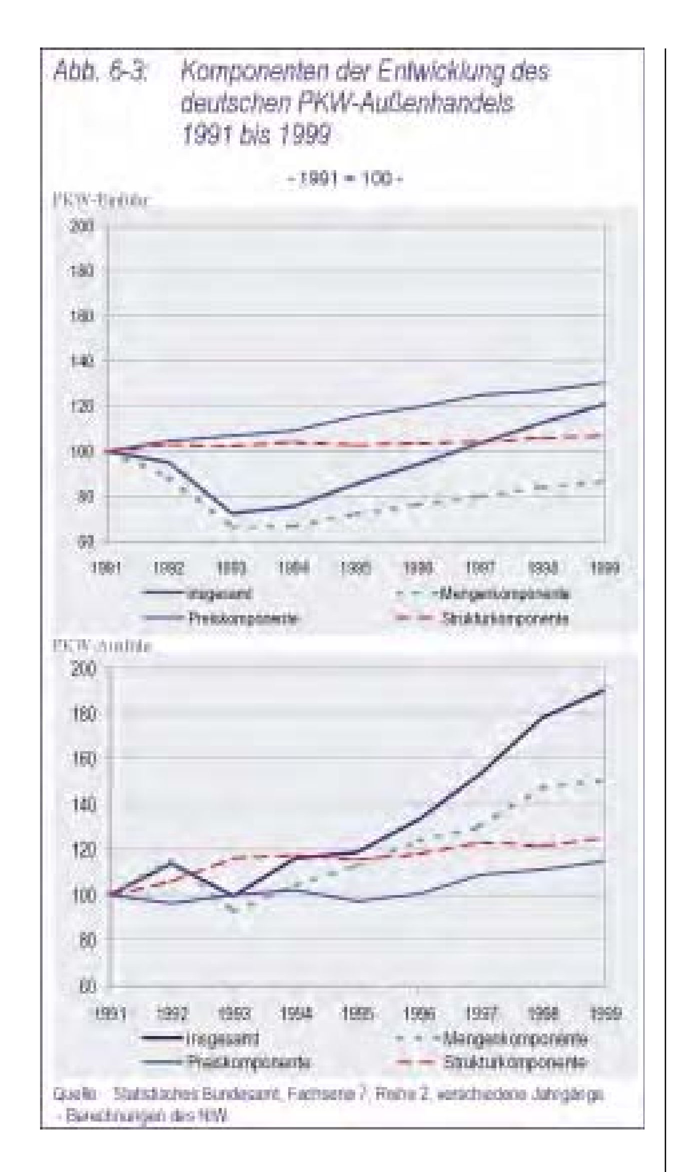
***) Enthält nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw. aus dem AutomobilbauQuelle: OECD: ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 2000. – Berechnungen des NIW.

Der mit zunehmender Innovationsneigung verstärkt wahrgenommene Fachpersonalmangel dürfte aktuell das größte Innovationshemmnis sein (vgl. Tab. 6-5, S. 78). Insbesondere fehlt es an Elektro(nik)fachleuten, vornehmlich Akademikern. Elektronik spielt im Automobilbau eine immer größere Rolle: Sowohl in der wechselseitigen Kommunikation der Produzenten mit ihren Zulieferern im Produktionsprozess (Vernetzung, Information, Datenbanken) als auch im Elektronikeinsatz im Fahrzeug (z. B. Motor-, Getriebe- und Bremsensteuerung, Leit- und Informationssysteme mit Anbindung an die relevanten Netze usw.). In der weiteren Integration der **Informationstechnik** in die Automobil- und Mobilitätstechnik besteht die größte technologische Herausforderung.

Diese Herausforderung ist angesichts des starken Fachkräftemangels nicht trivial. Denn sie setzt sich in der z. T. geringen Akzeptanz der Elektronik im Auto (d. h. in der Informationstechnikkompetenz der Fahrer) und im Service (Elektronikkompetenz in Wartung und Reparatur) fort. Diese Problematik trifft auch weiterführende Mobilitätskonzepte, in denen das Automobil und die Elektronik eine Rolle spielt (Verkehrstelematik). Diese Beispiele weisen auf ein weiteres Innovationshemmnis hin, das die Unternehmen des Automobilbaus als „mangelnde Kundenakzeptanz“ bezeichnen und das vielfach zu erheblich längeren Projektlaufzeiten oder gar zum Abbruch von Projekten führen kann. Eine abwartende Haltung der Kunden ist allerdings kein typisch deutsches Problem.

Das Auto wird vielfach mit Klimaschutzrisiken in Verbindung gebracht, gleichzeitig stellt die langfristige Tendenz zu einer Erhöhung der relativen Treibstoffpreise ein Risiko für die Automobilindustrie selbst dar. **Umweltschutzziele** stehen daher bei der Nennung der Forschungsziele hoch im Kurs. Das ökologische Thema erstreckt sich jedoch nicht nur auf die Automobilindustrie selbst, sondern reicht weit in die Diskussion um neue Mobilitätskonzepte hinein und stellt zusätzliche Anforderungen an entsprechende Infrastrukturen (Kommunikation, Tankstellen für Elektro-, Erdgas- und Brennstoffzellenfahrzeuge, neue Antriebstechniken usw.). Treibstoffpreise, das Anstreben einer Pionierrolle („Ökologieführerschaft“), z. T. auch umweltpolitische Instrumente (Energie-/CO_2-Steuern, Flottenverbrauchsvorschriften, Verbrauchs- und Abgasstandards in den USA usw.) und der gesellschaftliche Wertewandel geben zwar Impulse für Innovationsaktivitäten. „Für die Diffusion von Dreiliterautos sowie der Brennstoffzellentechnologie genügen diese Impulse bislang allerdings nicht.“[55] Technologische Neuerungen und grundlegende Innovationen im Automobilbau sind vielfach mit **Systeminnovationen** verknüpft, zu deren Umsetzung ein gemeinsames Vorgehen von Industrie und Staat unumgänglich ist. Technologisch gesehen dürfte die deutsche Automobilindustrie den Herausforderungen im Ökologiebereich im internationalen Vergleich betrachtet standhalten können. Denn auf diesem Feld wird Deutschland von Experten eine weltweite

55) Vgl. Sprenger u. a. (1999).



Tab. 6-5

Auswirkung und Bedeutung von Innovationshemmnissen

	Automobilbranche		übrig. Verarb. Gewerbe	
	1996	**1998**	**1996**	**1998**
Anteil der Unternehmen, bei denen es aufgrund von Innovationshemmnissen zu ... kam				
Verlängerung der Projektlaufzeit	24	46	21	36
Abbruch von Projekten	12	27	15	24
Nichtbeginn von Projekten	16	31	15	26
Anteil der Unternehmen, deren Innovationsaktivität gehemmt wurde durch				
hohes wirtschaftliches Risiko	12	24	16	24
hohe Innovationskosten	16	27	17	25
Mangel an Finanzquellen	18	12	11	14
organisatorische Probleme	9	35	12	20*
interne Widerstände	1)	16	1)	11
Mangel an Fachpersonal	14	28	11	18**
fehlende technologische Information	10	14	8	12
fehlende Marktinformation	12	14	7	12
mangelnde Kundenakzeptanz	8	21	7	14
Gesetzgebung, rechtliche Regelungen, Normen	12	15	9	12
lange Verwaltungs- u. Genehmigungsverfahren	14	8	9	11

*) signifikant bei 0,01; – **) signifikant bei 0,05.

1) 1996 nicht abgefragt.

Quelle: Sonderauswertungen des ZEW für das NIW.

Vorreiterrolle zugebilligt[56)]. Engpassfaktor dürfte eher die Marktakzeptanz beim Kunden sein: Ein Dreiliter-Auto braucht auch einen Dreiliter-Fahrer. Darüber hinaus muss es sowohl von den Anschaffungskosten im Vergleich zu weniger sparsamen Modellen her als auch von der Anschaffungs-Verbrauchskosten-Relation her preislich wettbewerbsfähig sein.

Der Automobilbau ist in der Globalisierung eine treibende Kraft. Zwar wird sich die Zahl der Hersteller weltweit reduzieren, die Zahl der Standortoptionen wird jedoch zunehmen: Auf dem Weltmarkt für Automobile werden **weitere Konkurrenten** für Arbeitsplätze aufkommen, vornehmlich als Produktionsstandorte multinationaler Unternehmen. Denn der Automobilbau war angesichts seiner enormen linkage-Effekte schon seit jeher ein wichtiger Baustein einer exportorientierten Entwicklungsstrategie von aufstrebenden Volkswirtschaften. Dies war bekanntlich auch einer der Hoffnungsträger für die neuen Bundesländer, durch gezielte Ansiedlung von Automobilfirmen diese Effekte auszunutzen. Insbesondere ist auf den internationalen Märkten künftig mit den mittel-/osteuropäischen Reformstaaten zu rechnen, die bereits heute Spezialisierungsvorteile in einzelnen Sparten (arbeitsintensive Kfz-Teile sowie Klein- und Mittelwagen) haben und diese sukzessive ausweiten. Sie werden dabei durch das „global sourcing“ der großen Automobilhersteller unterstützt. Auch Mittel- und Südamerika werden sich verstärkt als Anbieter auf den Weltmärkten präsentieren[57)].

Diese Art von Anpassungsdruck ist nicht neu; ihm hat sich die deutsche Automobilindustrie immer stellen müssen. Die Risiken für die Arbeitsplätze an den inländischen Automobilstandorten liegen in diesem Zusammenhang in den preis- und kostenempfindlichen Segmenten mit hoher Fertigungsintensität. Die aktuell exportgetriebene Ausweitung der Arbeitsplätze dürfte temporär bleiben und sich in dem Maße eher ins Gegenteil verkehren, in dem

56) Vgl. Cuhls, Blind, Grupp (1998).

57) Vgl. Nunnenkamp (1998).

die stützende Wirkung des schwachen DM-Außenwertes entfällt und sich die Automobilnachfrage (zyklisch) abschwächt. Gefahren für die Arbeitsplätze sind jedoch dort nicht zu erwarten, wo hohe Innovationsleistungen und Systemkompetenz das konstituierende Element der Wettbewerbsfähigkeit sind.

Es ist kaum damit zu rechnen, dass die verhältnismäßig starke Nachfrageentwicklung der Neunzigerjahre auch im kommenden Jahrzehnt anhält: Insbesondere in den hoch entwickelten Industrieländern determiniert der Ersatzbedarf die Marktentwicklung, der Neubedarf ist angesichts des hohen Motorisierungsgrades eher schwach ausgeprägt. Wachstumspotenziale bestehen für die deutschen Automobilhersteller in **quantitativer** Hinsicht wohl nur bei einer weiteren regionalen Diversifizierung in große Absatzmärkte mit geringer Motorisierungsdichte (China, Indien, Mittel- und Südamerika). Die Festigung der Marktposition wird weniger über den Export von Endprodukten als vielmehr über den weiteren Aufbau von Produktionskapazitäten in diesen Regionen realisiert werden können.

Die etwas gedämpfte Nachfrageentwicklung beschleunigt den **Preiswettbewerb.** Eine mögliche Antwort der Industrie liegt in der stärkeren Ausnutzung von Skalen- und Verbundvorteilen und damit in weiteren Unternehmenszusammenschlüssen und einer Verstärkung der Kooperation zwischen den Unternehmen. Die aktuell hohen Exportüberschüsse sind z. T. auch durch die relative Abwertung der D-Mark begünstigt worden. Die „fundamentale“ Position, die sich aus der technologischen Kompetenz der deutschen Automobilindustrie und ihrer Position im Qualitätswettbewerb ergibt, dürfte durch eine eventuelle Korrektur der Währungsrelationen jedoch nicht beeinträchtigt sein. Dafür sprechen zumindest die hohen Produktivitätssteigerungen, die die Position im Preiswettbewerb verbessert haben.

Der Wettbewerb wird über den Preis **und** über die Produktqualität ausgetragen. In den Industrieländern bestehen vornehmlich Wachstumsmöglichkeiten auf dem **qualitativen** Feld: Der Innovationswettbewerb wird härter werden. „Auch auf längere Sicht bietet Deutschland für diese Industrie, die Erfahrungen hat, im Systemverbund von Entwicklern und Produzenten zu agieren, günstige Standortvoraussetzungen.“[58] Gerade die eingespielte **Systemkompetenz**[59] in der weltweiten Arbeitsteilung in Forschung, Entwicklung, Produktion und Dienstleistungen bietet Deutschland entscheidende Vorteile vor anderen Volkswirtschaften. Der Automobilbau gehört zu den wenigen Erfolgsstories der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands in den Neunzigerjahren.

6.2 Die pharmazeutische Industrie unter dem Einfluss der Biotechnologie

Die pharmazeutische Industrie ist eine der traditionsreichsten Sektoren der deutschen Industrie. In den letzten Jahren hat sie jedoch an Boden gegenüber ihren Wettbewerbern, insbesondere aus den USA, Großbritannien und Schweden eingebüßt. Heute zeigt sich ein zwiespältiges Bild: Einerseits meldet die pharmazeutische Industrie Rekorde im Außenhandel, andererseits nimmt im internationalen Vergleich die Forschungs- und Patentaktivität der deutschen pharmazeutischen Industrie deutlich weniger stark zu als die der anderen großen Länder. Verliert die deutsche pharmazeutische Industrie unter dem Einfluss der Biotechnologie an Boden?

6.2.1 Forschung und Entwicklung, Patente und Innovation

Forschung und Entwicklung

Das Gewicht der FuE-Aktivitäten in der pharmazeutischen Industrie hat in den OECD-Ländern seit den 70er-Jahren deutlich zugenommen. Der Anteil der Pharmaindustrie an der Industrieforschung stieg von knapp 5 % im Jahr 1973 auf 10 % Mitte der Neunzigerjahre. (vgl. Abb. 6-4). Für Deutschland zeigt sich eine gegenläufige Entwicklung: Der Anteil der FuE-Aufwendungen der Pharmaindustrie an den FuE-Aufwendungen der Verarbeitenden Industrie in Deutschland ist bis 1995 gesunken. Das Gewicht Deutschlands als Akteur in der weltweiten Pharmaforschung ist dadurch geringer geworden. 1973 erreichten die FuE-Aufwendungen der Pharmaindustrie in Deutschland einen Anteil von knapp 13 % an den FuE-Aufwendungen der OECD-Länder. Dieser Anteil ist bis Mitte der Neunzigerjahre kontinuierlich auf nur noch 5 % zurückgegangen. Erst in der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre zeigt sich eine Besserung. Die Unternehmen erhöhten ihre FuE-Anstrengungen deutlich. Gemessen an der Produktion lag die FuE-Intensität 1997 bei 13,1 % nach 9,2 % im Jahr 1995. Damit konnte die Pharmaindustrie ihren Anteil an der Industrieforschung wieder deutlich steigern.

Patente und Innovationen

Im Innovationsprozess der pharmazeutischen Industrie nehmen Patente eine zentrale Rolle ein, denn ohne

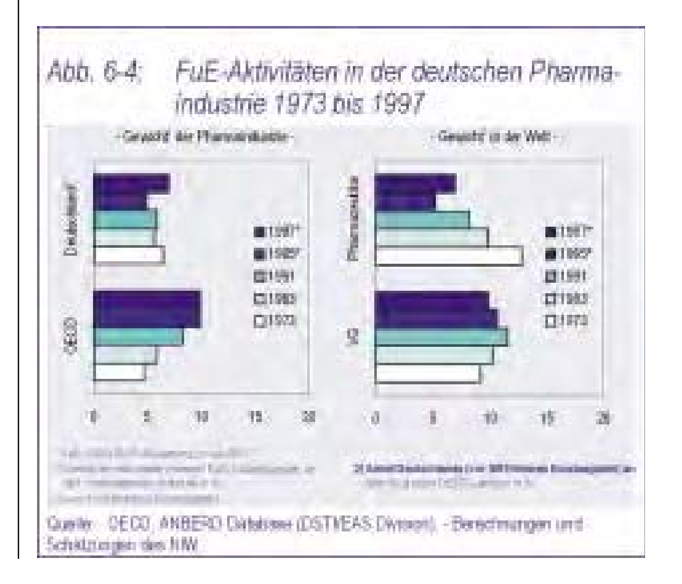


Abb. 6-4: FuE-Aktivitäten in der deutschen Pharmaindustrie 1973 bis 1997

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW

[58] Vgl. Weiß (2000).

[59] An anderer Stelle ist jedoch noch Systemkompetenz zu entwickeln. Dies gilt insbesondere für die Einführung neuer Mobilitätskonzepte, bezüglich der in Deutschland nur wenig Innovationsbereitschaft besteht.

Patentschutz lassen sich pharmazeutische Innovationen kaum vor Imitation bewahren. Allerdings liegen zwischen Patentschutz und dem Zulassungsantrag für eine neues Medikament ca. zehn Jahre. Der größte Teil, der für ein neues Medikament notwendigen FuE-Aufwendungen erfolgt nicht vor, sondern erst im Anschluss an die Patentanmeldung. Patente geben im pharmazeutischen Innovationsprozess daher weniger über das FuE-Ergebnis als über die Ausrichtung der Innovationstätigkeit Auskunft.

Gemessen an den hohen Patentaktivitäten in anderen Bereichen zählen Arzneimittel sowie biotechnologische und pharmazeutische Wirkstoffe nicht zu den Spezialitäten Deutschlands. Für beide Bereiche der pharmazeutischen Industrie, die international zu den Feldern mit der höchsten Patentdynamik zählen, ist der RPA-Spezialisierungsindex negativ und hat sich in den Neunzigerjahren noch weiter verringert (vgl. NIW et al. 2001). Trotz steigender Patentanmeldungszahlen konnte die Erfindungstätigkeit in Deutschland damit der internationalen Patentdynamik in diesen beiden Feldern nicht folgen.

Nur ein kleiner Teil der patentierten Inventionen generiert in der Folge auch signifikante medizinische Nutzen und ökonomische Erträge. Nur ca. ein Drittel aller bis zur Marktreife gelangten Inventionen erbringen Erträge, die höher sind als die durchschnittlichen FuE-Kosten.[60)] Zudem sind die Kosten für einen neuen Wirkstoff in den letzten Jahren deutlich gestiegen und liegen Schätzungen zufolge zwischen 400 und 600 Mill. US-$. Damit haben sich die Entwicklungskosten in den letzten zwanzig Jahren versechsfacht. Ca. 70 % dieses Betrags entfällt dabei auf Projekte, die sich im Laufe ihres Entwicklungsprozesses als Fehlschläge erweisen. Die Erfolgsquote bei der Entwicklung eines neuen Medikaments beläuft sich auf ca. 1/5 000, d. h. von 5 000 neuen Substanzen entspricht nur eine den Anforderungen im Hinblick auf Wirksamkeit und Medikamentensicherheit (vgl. VFA 2000). Die „Ausfallraten“ sind über alle Stufen des Innovationsprozesses in der Pharmazeutik sehr hoch. Nur 5 von 5 000 neuen Substanzen erreichen die klinischen Phasen. Und selbst in der vorklinischen und den klinischen Phasen stellt sich noch der überwiegende Teil der getesteten Substanzen als Fehlschlag heraus. In dieser Hinsicht zeigen sich Unterschiede zwischen den führenden US-Unternehmen und den europäischen Pharma-Herstellern. Die „Erfolgsrate“ neuer Wirkstoffkandidaten liegt in der vorklinischen und den klinischen Phasen zusammengenommen bei 29 % für US-Unternehmen und bei 18 % für die Europäer.[61)] Dies hängt damit zusammen, dass die Zusammenarbeit zwischen den Pharmaunternehmen und den anderen an diesen Phasen Beteiligten in den USA ein Erfolgsfaktor für die Pharmaindustrie und damit ein wichtiger Standortfaktor ist (vgl. dazu ausführlich Reger 1999). Jüngste innovationspolitische Maßnahmen wie die Einrichtung interdisziplinärer Forschungszentren und Koordinierungszentren für klinische Studien versprechen vor diesem Hintergrund eine Stärkung der Pharmaforschung in Deutschland.

[60)] Vgl. Grabowski, H. und Vernon, J (1994).

[61)] Berechnet nach Angaben in Gambardella et al. (2000) auf der Basis der PHID-Datenbank der Universität Siena.

Der Erfolg der Innovationstätigkeit der pharmazeutischen Industrie lässt sich am einfachsten über die neu am Markt eingeführten Wirkstoffe (NCE = New Chemical Entities)[62] beurteilen. Gemessen an der Anzahl der Neueinführungen, die auf Erfindungen in Deutschland beruhen, zeigt sich in der kurzfristigen Perspektive der Neunzigerjahren kein Rückgang des Innovationserfolgs. Bezüglich der Anzahl der Erfindungen von NCEs konnten die deutschen Hersteller ihre Position gegen Ende der Neunzigerjahre leicht verbessern und damit auch den Anteil an der Anzahl der weltweiten Neueinführungen erhöhen (ca. 10 % 1997 bis 99). Im Durchschnitt der Jahre 1997 bis 1999 wurden weltweit ca. 40 NCEs auf den Markt gebracht. Die Anzahl der Neueinführungen ist damit in den Neunzigerjahren zurückgegangen, denn im Durchschnitt der Jahre 1985 bis 89 wurden noch 55 Neueinführungen gezählt (vgl. EFPIA 2000).

Betrachtet man jedoch nur die jeweils 50 weltweit erfolgreichsten NCEs in den beiden Zeiträumen 1985 bis 1989 bzw. 1995 bis 1999, so zeigt sich eine deutliche Abnahme des weltweiten Umsatzanteils der deutschen Hersteller (vgl. Abb. 6-5).[63)] Die Verbesserung der Innovationskraft der amerikanischen Pharmaindustrie zeigt sich eindrucksvoll im Hinblick auf erfolgreiche Markteinführungen. Aber auch britische und schweizerische Unternehmen konnten mit neuen Produkten ihre Marktstellung verbessern. Eindeutig der Verlierer hinsichtlich erfolgreicher Markteinführungen ist in den Neunzigerjahren die japanische Pharmaindustrie.

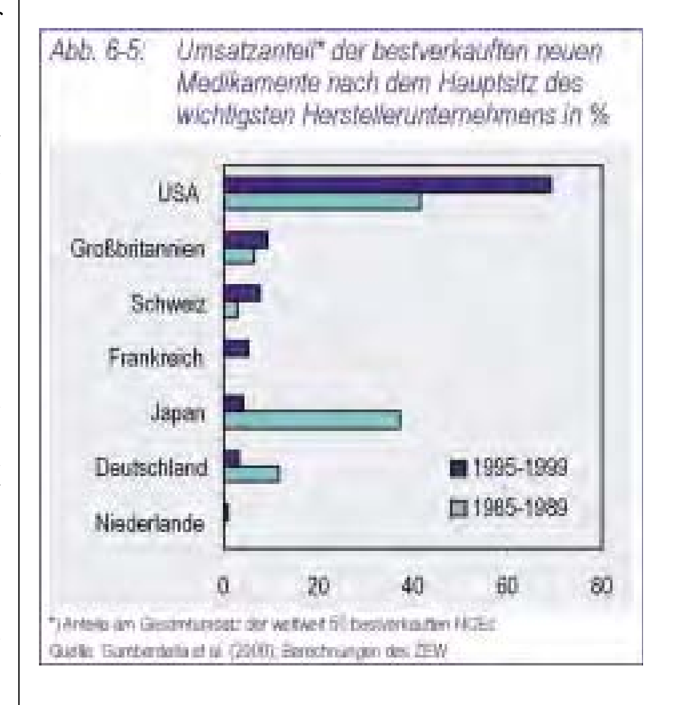


Abb. 6-5: Umsatzanteil* der bestverkauften neuen Medikamente nach dem Hauptsitz des wichtigsten Herstellerunternehmens in %

*) Anteile am Gesamtumsatz der weltweit 50 bestverkauften NCEs
Quelle: Gambardella et al. (2000); Berechnungen des ZEW

[62)] Mit dem zunehmenden Gewicht biotechnologischer Wirkstoffe spricht man in diesem Kontext zunehmend von NME = New Molecular Entities als Zusammenfassung von NCE und NBE = New Biological Entities.

[63)] Internationale Fusionen müssen hier bei der Interpretation berücksichtigt werden. So ist der Rückgang für Deutschland überzeichnet, da die Zuordnung der Unternehmen nach dem Firmenhauptsitz (z. B. Aventis) erfolgte.

6.2.2 Marktentwicklung und Wettbewerbsvorteile im Außenhandel

Die insgesamt stark exportorientierte deutsche pharmazeutische Industrie hat allerdings nur wenig von ihrer Durchsetzungskraft auf den internationalen Märkten verloren. Deutschland ist schon seit Jahren der größte Exporteur pharmazeutischer Erzeugnisse. Diese Position konnte – stimuliert durch das starke Wachstum des Weltmarkts (knapp 7 % p. a. seit 1995) und durch die Abwertung der DM – seit 1996 weiter ausgebaut werden. Insbesondere profitierten von den hohen Wachstumsraten des US-Markts die exportorientierten deutschen Pharmaunternehmen. Die Exporte in die USA stiegen 1997 bis 99 um 86 % und machen heute ca. 20 % der gesamten Arzneimittelexporte aus.

Dagegen verlief die Entwicklung des deutschen Marktes in den Neunzigerjahren eher schleppend. Deutschland war – nicht zuletzt bedingt durch das geringe Wachstum des GKV-Marktes – regelmäßig am Ende der internationalen Wachstumshierarchie zu finden. Der steigende Generikaanteil trug seinerseits dazu bei, dass auch die Preise für Arzneimittel weitgehend konstant geblieben sind.[64] Entsprechend wenig dynamisch entwickelte sich auch der Umsatz der deutschen pharmazeutischen Industrie (ca. 3,5 % p. a. seit 1995). Nach einer günstigen Beschäftigungsentwicklung in den Achtziger- und frühen Neunzigerjahren ging die Beschäftigung in der Pharmaindustrie seit dem Höchststand im Jahr 1992 zurück. Allerdings zeigt sich gegen Ende der Neunzigerjahre eine Abflachung des negativen Beschäftigungstrends. Die Beschäftigung der „forschenden Pharmaunternehmen" stieg 1999 sogar wieder leicht an.

Die gestiegene Wettbewerbskraft der US-Pharmaindustrie wird daran deutlich, dass sie im internationalen Vergleich – trotz der Dollar-Aufwertung – das stärkste Exportwachstum verzeichnen konnte. Aber auch das starke Exportwachstum verhinderte nicht, dass angetrieben durch das hohe Wachstum des US-Pharmamarktes 1996 die US-Handelsbilanz im Pharmabereich ins Minus gerutscht ist. Das hohe Marktwachstum (ca. 10 % pro Jahr in den Neunzigerjahren) machte die USA auch zu einem bevorzugten Ort, neue pharmazeutische Produkte einzuführen. Erstmalig wurden 1998 mehr neue Produkte (NCEs) in den USA eingeführt als in Europa. Angetrieben vom rasch expandierenden Binnenmarkt konnten die USA außerdem enorme Beschäftigungszuwächse (ca. 4 % p. a. seit 1991) verzeichnen. Auch einigen anderen EU-Ländern ist es im Gegensatz zu Deutschland gelungen, die Beschäftigung im Pharmasektor in den Neunzigerjahren zu erhöhen (vgl. Gambardella 2000).

Die Durchsetzungskraft der deutschen Pharmaindustrie im internationalen Handel zeigt sich jedoch nicht in allen Segmenten in gleicher Weise. Insgesamt gesehen, zeigen sich für den Zeitraum 1991 bis 1999 steigende RCA-Werte (vgl. Abb. 6-6, S. 82). Der leichte Anstieg 1997/99 nach dem Rückgang 1993/95 ist auf die positive Entwicklung der Exporte in die USA zurückzuführen. Unterschiede zeigen sich zwischen den pharmazeutischen **Wirkstoffen** (einschließlich der biotechnologischen Produkte), die zur Spitzentechnik zählen, und den **Arzneimitteln,** die der Hochtechnologie zuzurechnen sind. Wie die Abb. 6-6, zeigt, ergeben sich seit 1995 zunehmend Vorteile im Außenhandel mit Arzneimitteln. Bei den pharmazeutischen und biopharmazeutischen Wirkstoffen ist eine Verschlechterung der internationalen Wettbewerbsposition zu verzeichnen. Dies ist auf die Bereiche Antibiotika und Hormone zurückzuführen, in denen seit der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre starke Importzuwächse bei gleichzeitigem Nachlassen der Exporte zu verbuchen sind.

Die Spezialisierungsanalyse deutet darauf hin, dass trotz einer insgesamt positiven Außenhandelsentwicklung Verschlechterungen der Wettbewerbsposition in einzelnen Segmenten aufgetreten sind. Hier handelt es sich um den FuE-intensivsten Bereich der pharmazeutischen Industrie. Gleichzeitig muss aber auch festgestellt werden, dass die im internationalen Vergleich unterdurchschnittliche Patentdynamik sich bislang nicht in einem nachlassenden Markterfolg niedergeschlagen hat. Ein weiterer Erklärungsansatz für die bislang nicht zu verzeichnende analoge Entwicklung im Außenhandel ist darin zu suchen, dass sich die deutsche Pharmaindustrie stärker auf die weniger patentintensiven Bereiche der Hochwertigen Technik spezialisiert hat.

Ein eindeutiges Urteil über die Perspektiven der pharmazeutischen Industrie in Deutschland ist daher nur schwer möglich. Bemerkenswert ist jedoch, dass die neuen biotechnologischen Medikamente hohe Umsatzzuwachsraten erzielen konnten. Möglicherweise erklärt die geringere Spezialisierung auf die biotechnologischen Felder den geringeren Markterfolg der deutschen Industrie bei den „Blockbuster"-Medikamenten.

6.2.3 Internationalisierung der FuE-Tätigkeit der pharmazeutischen Industrie

Trotz einer Vielzahl von Zusammenschlüssen in den letzten zehn Jahren ist die pharmazeutische Industrie eher

Tab. 6-6

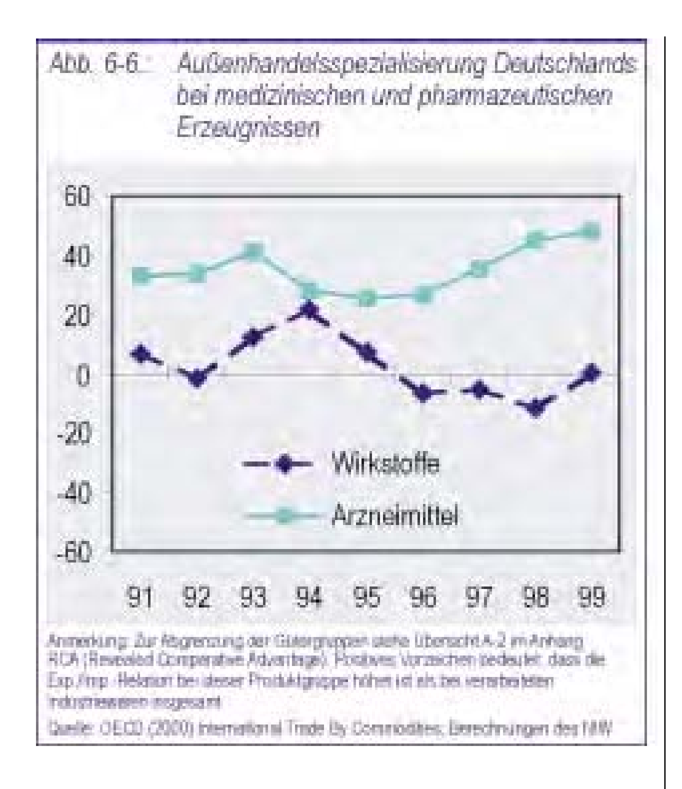
Anteile von Patentanmeldungen der führenden FuE-Standorte

	Anteil der Patentanmeldungen in der Pharmazeutik am EPA in %	
	1978-87	1988-1997
USA	40,1	45,0
Japan	15,0	13,6
Deutschland	18,2	12,8
Frankreich	7,4	9,7
Großbritannien	8,6	7,7

Verteilung nach dem Sitz der Forschungsstätte unabhängig von der „Nationalität" des Unternehmens

Quelle: Gambardella et al. (2000)

[64] Das Wachstum des Pharmamarkts wird entscheidend von der Regulierung des GKV-Markts beeinflusst. Dies gilt nicht nur für Deutschland (zum Überblick über die Regulierungssysteme vgl. Lessat 1999).



durch eine geringe Unternehmenskonzentration gekennzeichnet. Auf den einzelnen nationalen Märkten hat sich die Wettbewerbssituation nur wenig verändert, da im Zuge der Internationalisierung ausländische Wettbewerber auf den Plan traten. Die Internationalisierung führte dazu, dass in allen führenden Pharmamärkten mit der Ausnahme Japans die Marktanteile der einheimischen Unternehmen deutlich zurückgingen (vgl. Tab. 6-7).[65] Gleichzeitig gewannen aber die auf dem Heimatmarkt unter Druck geratenen Unternehmen im Ausland Marktanteile hinzu.

Die Internationalisierung beschränkt sich jedoch nicht auf die Produktion. Vielmehr sind die großen Pharmaunternehmen in nahezu allen großen Märkten mit eigenen Forschungskapazitäten präsent. Dies gilt insbesondere für die USA, die zu einem bevorzugten Pharmastandort wurde – insbesondere in der biotechnologisch-basierten Pharmaforschung. Vor allem in diesem dynamischen Teilbereich der Pharmaforschung weist eine nicht unbeträchtliche Zahl der Patentanmeldungen der deutschen Unternehmen Erfinder aus dem Ausland aus – vorzugsweise aus den USA (vgl. Abb. 6-7). Häufig handelt es sich dabei um die Erfindungen in den forschenden ausländischen Tochtergesellschaften.

Trotz der Präsenz großer multinationaler Unternehmen (MNU) etablierten sich – insbesondere in den USA – kleine, spezialisierte Unternehmen, die sich häufig im Kontext mit wissensbasierten Innovationen zu gesuchten Zulieferern der großen MNUs entwickelten. Diese kleinen Unternehmen sind ebenfalls wichtige Wissenslieferanten für die deutsche und die europäische Pharmaindustrie. Aber auch innerhalb der großen MNUs hat sich die vertikale Spezialisierung verstärkt. Der grenzüberschreitende Wissensaustausch hat in der letzten Dekade außerordentlich zugenommen. Deutsche Unternehmen verstärkten – ebenso wie andere europäische Unternehmen – im Zuge von Firmenübernahmen und Fusionen, aber auch durch „Greenfield-Investment“ ihre Präsenz mit FuE-Kapazitäten in den USA. Die USA ist heute mehr denn je der attraktivste Forschungsstandort in der pharmazeutischen Industrie.

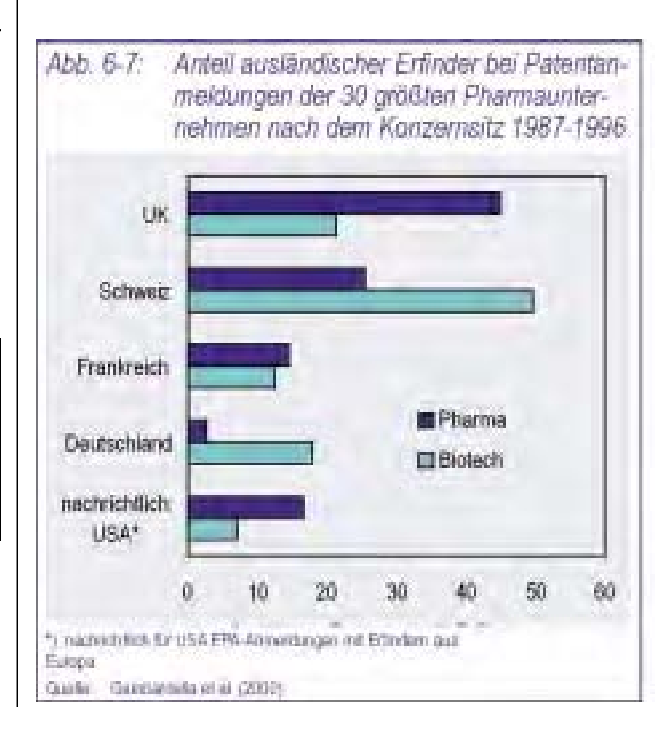
Die Zunahme der weltweiten Kooperationstätigkeit in der Pharmaforschung hat sich in den Neunzigerjahren weiter beschleunigt. Grenzüberschreitende Kooperationstätigkeit in der Forschung hinterlässt ihre Spuren in der Publikationstätigkeit der Forscher von Unternehmen in internationalen Fachzeitschriften. Verschiebungen in der internationalen Struktur der Publikationstätigkeit der Pharmaunternehmen liefern Aufschluss über Änderungen in der Bedeutung der Forschungsstandorte der Unterneh-

Tab. 6-7

Marktanteile einheimischer Unternehmen in den größten Pharmamärkten in %

	1985	1989	1998
USA	74,7	69,6	63,3
Japan	76,4	79,0	78,4
Deutschland	56,6	55,0	45,1
Frankreich	51,6	48,5	36,7
Großbrit.	33,4	42,7	24,5

Quelle: IMS International



[65] Der Rückgang der Marktanteile der deutschen Hersteller in Deutschland beschleunigte sich in den letzten Jahren. Nach Schätzung von IMS Pharma lag der Marktanteil 1999 nur noch bei ca. 40 %.

men und der internationalen Ausrichtung der Forschungsaktivitäten.

Im Überschneidungsbereich von **biotechnologischer und pharmazeutischer Forschung sind die Verschiebungen in der internationalen Ausrichtung der Forschungsaktivitäten** und der grenzüberschreitenden Wissensflüsse besonders offensichtlich. Im Hinblick auf die internationale Ausrichtung der Unternehmensforschung zeigen sich bei den vier – gemessen am Patentaufkommen – größten deutschen Pharmaunternehmen deutliche Unterschiede. Der Rückgang des Anteils der wissenschaftlichen Publikationen deutscher Herkunft belegt die Gewichtsverschiebung zwischen den FuE-Standorten der Unternehmen (vgl. Abb. 6-8). Insbesondere BASF/Knoll und Bayer haben zunehmend Biotechnologieaktivitäten in den USA realisiert. Während bei Boehringer Mannheim (heute Roche Diagnostics) der Anteil der deutschen Aktivitäten über den gesamten betrachteten Zeitraum konstant blieb. Bei Hoechst (heute Aventis) zeigt sich eine Gewichtsverlagerung in Richtung USA zulasten Japans.

Bezogen auf die Kooperationspartner lässt sich feststellen, dass alle Firmen zwischen dem Beginn der Neunzigerjahre und der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre zunehmend Partner außerhalb Deutschlands herangezogen haben. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Firmen: BASF/Knoll und Bayer verstärkten die Kooperationen mit US-Partnern; Hoechst unterhält trotz des Rückgangs immer noch gute Kontakte nach Japan; Boehringer Mannheim räumt Kooperationspartnern außerhalb der USA einen höheren Stellenwert ein als Kooperationen mit US-Forschern.

6.2.4 Bedeutung der Biotechnologie für die Innovationstätigkeit der pharmazeutischen Industrie

Die Biotechnologie hat in den letzten Jahren in zweierlei Hinsicht an Bedeutung für die pharmazeutische Industrie gewonnen. Erstens hat sie sich als eine der zentralen Methoden in der medizinischen und pharmazeutischen Forschung etabliert. Durch molekularbiologische und gentechnische Ansätze werden regulatorische und physiologische Vorgänge aufgeklärt und so die Grundlage für neue Therapien und neue Medikamente gelegt. Zweitens kommt der Biotechnologie eine immer wichtigere Rolle bei der Entwicklung und Herstellung von pharmazeutischen Produkten (Diagnostika, Therapeutika, Impfstoffe) zu.

Die zunehmende Bedeutung der Biotechnologie innerhalb der pharmazeutischen Industrie kann anhand der Patentstatistik aufgezeigt werden. Insbesondere die Anmeldeaktivitäten im Überschneidungsbereich zwischen Pharmazeutik und Biotechnologie zeigen ein klares Ansteigen. Der Anteil der Patentanmeldungen für Pharmazeutika mit einer Verflechtung zur Biotechnologie bezogen auf alle pharmazeutischen Patentanmeldungen wuchs

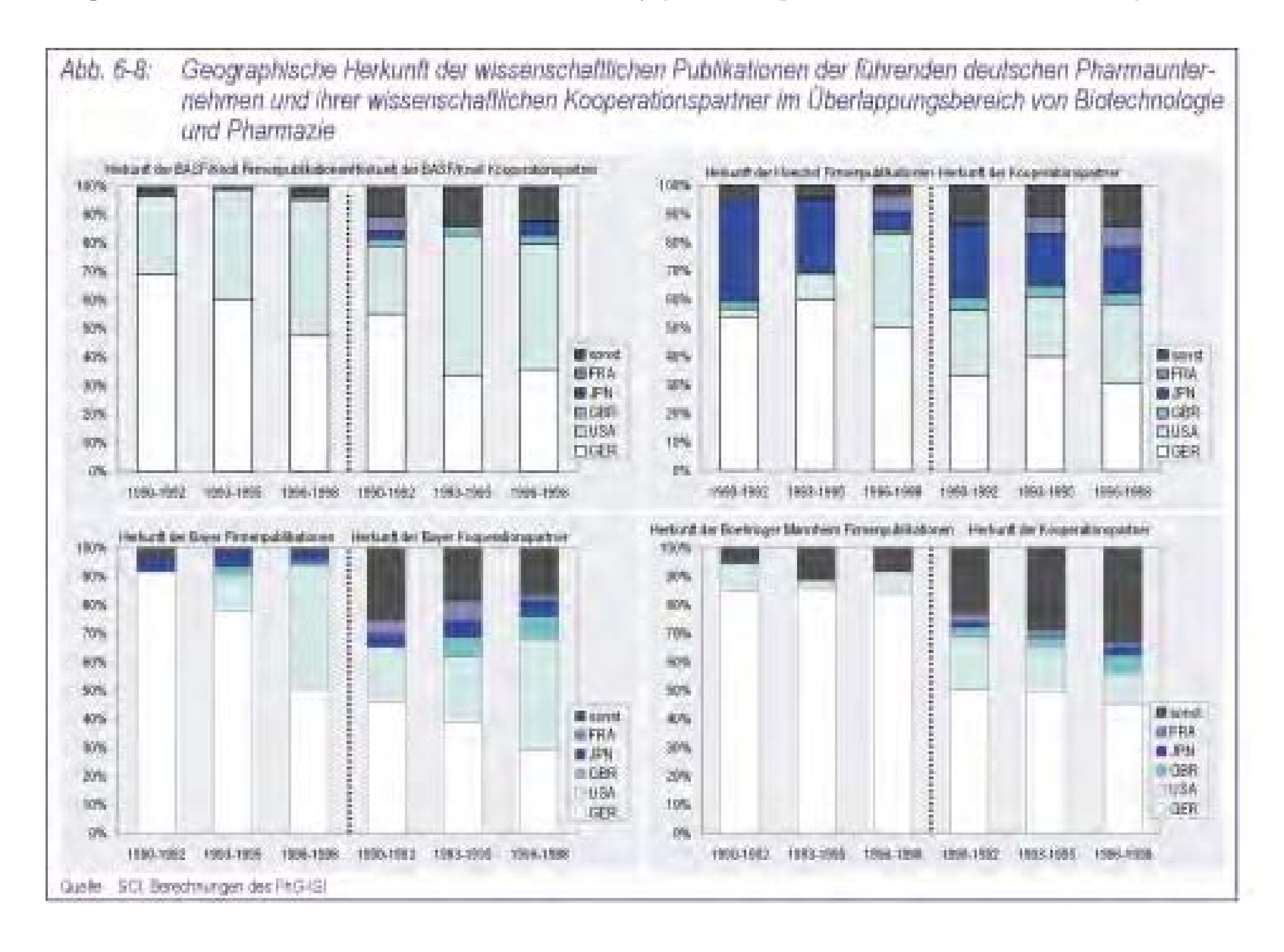


Abb. 6-8: Geographische Herkunft der wissenschaftlichen Publikationen der führenden deutschen Pharmaunternehmen und ihrer wissenschaftlichen Kooperationspartner im Überlappungsbereich von Biotechnologie und Pharmazie

Quelle: SCI, Berechnungen des FhG-ISI

von 32 % im Jahr 1990 auf 41 % im Jahr 1998. Allerdings existieren deutliche Unterschiede hinsichtlich des Niveaus und der Geschwindigkeit, mit der die Biotechnologie in die pharmazeutische FuE in einzelnen Ländern Einzug hält (vgl. Abb. 6-9). Dabei ist der Anteil der biotechnologierelevanten Patentanmeldungen in der Pharmazeutik in den USA am größten. In Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Japan lag der Durchdringungsgrad Anfang der Neunzigerjahre deutlich niedriger. Hinsichtlich der Bedeutung der Biotechnologie für die pharmazeutische Industrie liegt heute Großbritannien auf Platz zwei; Deutschland und Frankreich folgen gemeinsam auf dem dritten Platz. Der rasante Bedeutungszuwachs der Biotechnologie wird in Großbritannien besonders deutlich. Betrug der Patentanteil dort 1993 bis 1995 noch 31 %, so waren es 1996 bis 1998 bereits 41 %.

Waren es in Deutschland Anfang der Neunzigerjahre vor allem die großen Pharmakonzerne, die Patente im Überschneidungsbereich zwischen Pharmazeutik und Biotechnologie anmeldeten, so rücken seither zunehmend andere Akteure ins Bild (vgl. Abb. 6-10). Der Anteil der großen Pharmafirmen ist von mehr als 65 % zu Beginn der Neunzigerjahre auf ca. 43 % gesunken. Gleichzeitig stieg der Anteil der Biotech-Unternehmen von etwa 8 % auf über 12 % der Patentanmeldungen. Ähnlich ist der Zuwachs der Patentanmeldungen von öffentlichen Forschungseinrichtungen (1990 bis 92: ~10 %; 1996 bis 98: ~15 %). Deutlich zugenommen hat der Anteil der Einzelerfinder. Ihr Anteil stieg von etwa 9 % auf fast 21 % an. Häufig verbergen sich hinter der Kategorie „Einzelerfinder“ universitäre Aktivitäten, da aufgrund der spezifischen Regelungen des Arbeitnehmererfindergesetzes Patentanmeldungen nicht durch die Universität, sondern durch den so genannten Wissenschaftserfinder selbst erfolgen (Schmoch und Koschatzky 1996). Gerade die Zunahme des Anteils der wissenschaftlichen Einrichtungen in der Biotechnologie belegt, dass das Interesse an der Verwertung wissen-

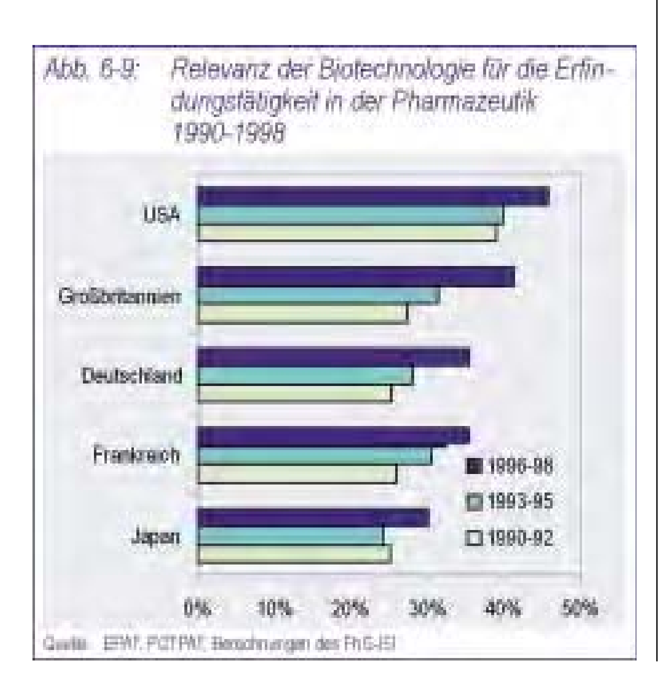


Abb. 6-9: Relevanz der Biotechnologie für die Erfindungstätigkeit in der Pharmazeutik 1990-1998

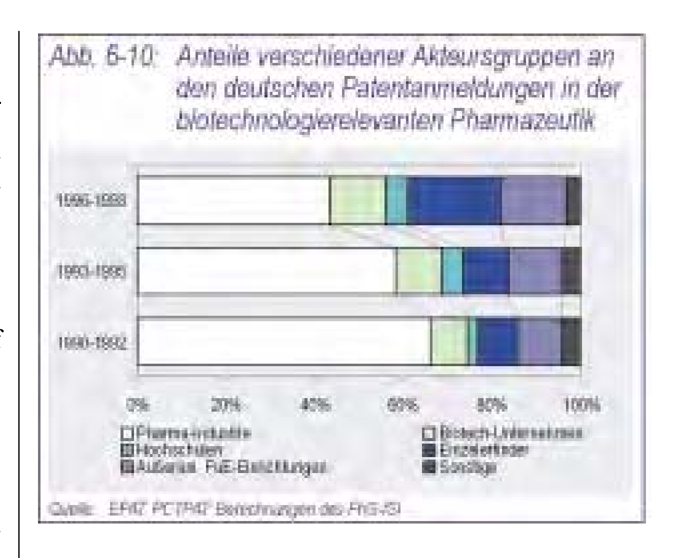


Abb. 6-10: Anteile verschiedener Akteursgruppen an den deutschen Patentanmeldungen in der biotechnologierelevanten Pharmazeutik

schaftlicher Erkenntnisse in der deutschen Forschungslandschaft stark gewachsen ist.

Der steigende Einfluss der Biotechnologie für die Innovationskraft der pharmazeutischen Industrie wird auch am Anteil der „New Biological Entities“ an der Zahl der „New Molecular Entities“ deutlich. Wie die Abb. 6-11 zeigt, nahm der Anteil an den weltweit neu auf den Markt gebrachten pharmazeutischen Produkten in den Neunzigerjahren beständig zu. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um Produkte handelt, deren Entwicklungsbeginn jeweils eine Dekade zurückliegt. Von daher ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen.

Zukünftige Marktentwicklung bei Biopharmazeutika

Biotechnisch hergestellte Proteine für therapeutische Anwendungen galten lange als das Paradebeispiel für die große Bedeutung der Biotechnologie im Gesundheitssektor. Bis zum Jahresende 2000 waren in Deutschland 72 und in den USA 76 Biopharmazeutika[66] für den Markt

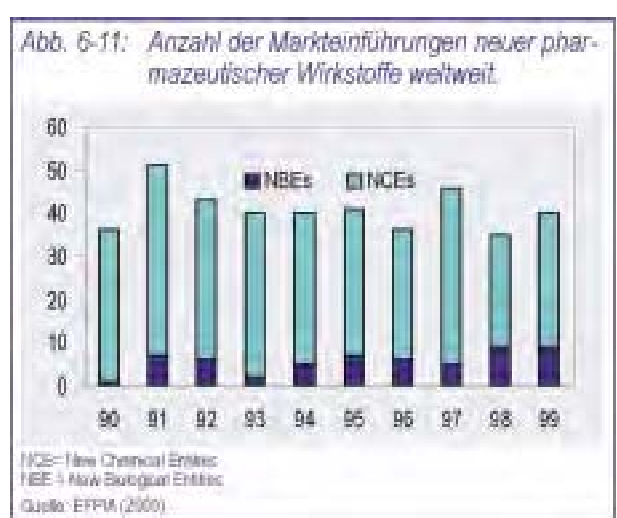


Abb. 6-11: Anzahl der Markteinführungen neuer pharmazeutischer Wirkstoffe weltweit

Quelle: EFPIA (2000)

[66] Als Biopharmazeutika werden gentechnisch produzierte (rekombinante) Proteine, therapeutische (monoklonale und polyklonale) Antikörper und Medikamente auf Nukleinsäurebasis (Oligonukleotide) zusammengefasst.

zugelassen (VFA 2000b, PHRMA 2001). Biopharmazeutika haben sich am deutschen Apothekenmarkt zu einem dynamischen Wachstumssegment entwickelt, das seit 1997 jährlich um 28 % wuchs. Im Apothekenmarkt insgesamt lag die Steigerungsrate bei ca. 6 % p. a. Der Marktanteil der Biopharmazeutika am gesamten Apothekenmarkt lag 1999 bei 6,4 % (Basis: Herstellerabgabepreise). Diese positive Marktentwicklung trug dazu bei, dass sich Deutschland nicht nur zu einem interessanten Markt für Biopharmazeutika entwickelt hat, sondern auch zum international zweitwichtigsten Produktionsstandort nach den USA.[67] Für die USA geht der Verband der amerikanischen Pharmaunternehmen (PHRMA) von einem Marktanteil von rund 5 % aus. Im Jahr 1999 erreichten Biopharmazeutika in Europa unter den neu zugelassenen Medikamenten einen Anteil von rund 30 % (VFA 2000b). In den USA lag der entsprechende Anteil im Jahr 2000 bei 24 % (PHRMA 2001). Von den derzeit rund 1 000 Wirkstoffen, die sich in den USA in der klinischen Entwicklung befinden, zählt rund ein Drittel (genau 369) zu den Biopharmazeutika. Damit ist zu erwarten, dass auch künftig rund ein Drittel der neu auf den Markt kommenden Medikamente zur Gruppe der Biopharmazeutika zählen werden. Daher sollten sich die Marktanteilsgewinne von Biopharmazeutika auch in Zukunft fortsetzen. Da nach wie vor auch traditionelle Medikamente (Beispiel Aspirin) beträchtliche Marktanteile halten werden, ist es eher unwahrscheinlich, dass Biopharmazeutika Anteile von über 20 % erzielen können.[68]

Diese Entwicklung ist auch kompatibel mit der aktuellen Entwicklung der Patentanmeldungen. Geht man von einem Zeitverzug zwischen Patentanmeldung und Markteinführung von ca. 10 bis 12 Jahren aus, der allerdings bei Biopharmazeutika auch deutlich kürzer sein kann (Jones 1999), so stimmen die derzeitigen Anteile bei neu zugelassenen Medikamenten in etwa überein mit dem Anteil der biotechnologischen Pharmapatente von ca. 30 % zu Beginn der Neunzigerjahre. Da in der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre ein Anstieg des entsprechenden Patentaufkommens um rund 10 % zu beobachten war, dürfte sich die Zulassungsquote für Biopharmazeutika in den kommenden zehn Jahren erhöhen. Aber auch dann sind Marktanteile von deutlich über 20 bis 25 % unwahrscheinlich.

Technologischer Fortschritt in der Pharmaproduktion durch die Biotechnologie

Die Bedeutung der Biotechnologie beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Herstellung von Biopharmazeutika. Wichtiger noch ist ihre Rolle als treibende Kraft für die Veränderungen im Innovationsprozess in der pharmazeutischen Industrie. Das seit Jahrzehnten vorherrschende chemische Paradigma wird zunehmend durch ein biotechnologisches abgelöst. Mit der erweiterten Kenntnis des Genoms lässt sich eine große Anzahl neuer potenzieller Anwendungsmöglichkeiten für Medikamente identifizieren. Daraus resultiert eine **rapide Zunahme der technologischen Möglichkeiten** in der Pharmazeutik, denn es wird erwartet, dass zu den bisher bekannten rund 420 Wirkorten weitere 3 000 bis 10 000 hinzukommen können (Drews 1996).

Neue, hocheffiziente Screening-Systeme erhöhen die Testraten für neue Wirkstoffkandidaten und haben bereits in den Neunzigerjahren zu erheblichen Veränderungen im FuE-Prozess der pharmazeutischen Industrie geführt. Galt die Prüfung von 4 000 Stoffen pro Tag zu Beginn der Neunzigerjahre als guter Wert, so erlauben Ultra-Throughput-Screening-Systeme den vollautomatischen Test von 100 000 und mehr Substanzen pro Tag. Neue Methoden zur parallelen Synthese chemischer Moleküle (kombinatorische Chemie) beschleunigen gleichzeitig die Generierung neuer Stoffe. Die Biotechnologie fügt sich damit ein in eine breite Palette neuer FuE-Technologien. Auch der Informationstechnik kommt im FuE-Prozess der pharmazeutischen Industrie eine zunehmende Bedeutung zu.

Der **Paradigmenwechsel** führt dazu, dass künftig praktisch kein neues Medikament auf den Markt kommen wird, das nicht in einer oder mehreren Phasen seines Entwicklungsprozesses mit biotechnologischen Methoden bearbeitet wurde oder von biotechnologischem Knowhow profitierte. Ob das Medikament letztlich biotechnisch oder chemisch synthetisiert wird, ist dabei zweitrangig. Gleichzeitig erfordert der technologische Fortschritt eine neue Wissensbasis. Insbesondere die Genomsequenzierung, die Ableitung von Informationen aus den Genomsequenzen, die parallele Handhabung großer Probenzahlen und großer Informationsmengen, die Informationsverarbeitung, Screening-Methoden, neue Syntheseansätze oder die Pharmakogenetik werden wichtiger. Ebenso wächst die Anzahl der unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen, die die Basis für dieses Knowhow bereitstellen. Das neue Wissen und die zusätzlichen Disziplinen gehören nicht notwendigerweise zum Erfahrungsschatz der pharmazeutischen Industrie. Daher wird es künftig wichtiger werden, einerseits neue Kompetenzen „In-house“ aufzubauen und andererseits das Wissen externer Akteure zu nutzen. Wie die Patentanalysen zeigen, spielen neben Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen innovative Biotechnologieunternehmen eine zentrale Rolle. Dies zeigt sich beispielsweise in der weltweit stark zunehmenden Anzahl von Kooperationen zwischen Biotechnologieunternehmen und Unternehmen der pharmazeutischen Industrie (Jungmittag et al. 2000). Gerade bei der Entwicklung der neuen FuE-Technologien für die Pharmaindustrie bieten sich neue Chancen für Unternehmensgründungen in der Biotechnologie. Die Entwicklung neuer Plattformtechnologien ist im internationalen Vergleich eine Stärke (vgl. Ernest & Young 1998) der jungen deutschen Biotechnologiefirmen, die sich angestoßen durch Fördermaßnahmen des BMBF in den letzten Jahren zügig entwickelt haben. Die neue Arbeitsteilung in der pharmazeutischen Forschung wird abgerundet durch kleine FuE-intensive wirkstoffentwickelnde Unternehmen, die insbesondere in den ersten Phasen des FuE-Prozesses ihre Vorteile ausspielen kön-

[67] Nicht vergessen werden sollten hierbei jedoch die Auswirkungen der Verbesserung der Rahmenbedingungen für die biotechnologische Produktion und – insbesondere in den letzten Jahren – die hohe Neugründungsdynamik in der Biotechnologie.

[68] Der amerikanische Pharmaverband geht von einer Steigerung auf rund 15 % bis zum Jahr 2005 aus.

nen. Damit wird für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit weniger die Innovationskraft einzelner großer Pharmaunternehmen ausschlaggebend sein, sondern das Zusammenspiel der Akteure in Wissenschaft, hochspezialisierten kleinen Unternehmen und den großen, weltweit agierenden Pharmaunternehmen. Der traditionelle Weg der großen Pharmaunternehmen, Wettbewerbsvorsprünge allein durch interne FuE zu erzielen, ist in Zukunft kein Erfolg versprechender Weg.

6.2.5 Fazit

Im internationalen Vergleich hat die Innovationskraft der deutschen pharmazeutischen Industrie seit den Siebzigerjahren an Gewicht verloren. Insbesondere die USA konnten deutlich Boden gewinnen und haben folgerichtig die führende Position bei der Erfindung neuer Wirkstoffe übernommen. Zwar bescheinigen die Außenhandelsdaten Deutschland nach wie vor eine starke Position im Handel mit pharmazeutischen Produkten, doch bei näherer Analyse zeigen sich im Verlauf der Neunzigerjahre einige Strukturverschiebungen. Die Wettbewerbsstellung bröckelt dabei insbesondere in einigen Spitzentechnikbereichen ab.

In der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre zeichnet sich auf der FuE-Input-Seite eine Besserung ab. Die FuE-Aufwendungen der pharmazeutischen Unternehmen steigen auch in Deutschland wieder an – wenn auch nicht in gleichem Maße wie z. B. in den USA und Großbritannien. Die Biotechnologie spielt für die pharmazeutische Industrie eine zunehmend wichtigere Rolle. In allen Ländern hat der Anteil der biotechnologierelevanten Pharmapatente seit Beginn der Neunzigerjahre deutlich zugenommen. Deutschland folgt hier dem internationalen Trend. Inwieweit sich steigende FuE-Aufwendungen sowie der Boom der Biotech-Gründungen der letzten Jahre auch positiv auf die Innovationskraft der pharmazeutischen Industrie auswirken wird, lässt sich aber derzeit aufgrund des Zeitverzugs noch nicht abschätzen.

Der Anstieg der weltweiten FuE-Budgets in der pharmazeutischen Industrie hat nicht zu einer steigenden Anzahl von neu in den Markt eingeführten Wirkstoffen geführt. Im Gegenteil: Seit den Achtzigerjahren ist ein Rückgang der Neueinführungen zu beobachten. Zur Erklärung dieser Entwicklung bieten sich zwei Argumente an. Zum einen könnten durch den Paradigmawechsel zur biotechnologischen Pharmaforschung hohe Anfangsinvestitionen notwendig gewesen sein. Zum anderen könnte aber auch das Phänomen von Überinvestitionen in FuE vorliegen. Wie vielfach in theoretischen Modellen der Innovationsökonomik gezeigt, führen „Winner-takes-all“-Szenarien leicht zu Überinvestitionen in FuE. Diese theoretische Möglichkeit könnte durchaus in der Pharmaindustrie gegeben sein. Auch deshalb, weil durch den zunehmenden Zwang zur Generierung von „Blockbuster-Medikamenten alle großen Pharmaunternehmen in die gleichen, umsatzträchtigen Therapiegebiete drängen (vgl. Lessat 1999).

Der Durchbruch eines Unternehmens in der Forschung entwertet schlagartig die FuE-Portfolios der Konkurrenten. Steigende FuE-Kosten und das hohe Risiko der Pharmaforschung werden auch in Zukunft Anreize zu Unternehmenszusammenschlüssen und FuE-Kooperationen schaffen. Inwieweit die Biotechnologie und in Zukunft die Gentechnologie das Risiko pharmazeutischer FuE senkt, lässt sich zwar vermuten, aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht mit Sicherheit abschätzen.

6.3 Innovationskraft Deutschlands in der Informations- und Telekommunikationstechnik

Das Wachstum der Märkte für Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ist eine der wesentlichen Triebfedern der wirtschaftlichen Entwicklung in den Neunzigerjahren. Im Jahr 2000 entwickelten sich die IuK-Märkte in Deutschland mit einer bislang nicht gekannten Dynamik. Die Verbreitung des Internet nahm rapide zu: Mittlerweile nutzen knapp 30 % der Einwohner in Deutschland das Internet (BMWI/WIK 2001). Die Mobiltelefonie erreichte – angetrieben vom Preisverfall und der breiten Durchsetzung von Innovationen („Prepaid“-Karte) – im Jahr 2000 nicht für möglich gehaltene Zuwächse: Die Wachstumsrate der Anzahl der Mobilfunkverträge erreichte nach Angaben des Branchenverbands BITKOM (BITKOM 2001) im Jahr 2000 100 % – nach 67 % im Jahr 1999. Der Mobilfunkmarkt erreichte damit auch im internationalen Vergleich absolute Rekordwerte.

Das zukünftige Wachstumspotenzial von IuK-Technologien in Deutschland wird aus dem Anteil der Ausgaben für Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) am Bruttoinlandsprodukt deutlich. Trotz einer markanten Erhöhung der Ausgaben für Telekommunikation um ca. 9 % im Jahr 2000 liegt Deutschland mit einem Anteil von 5,7 % weit hinter den „Spitzenreitern“ Schweden (8,3 %) und USA (8,7 %). Gemessen an der Bevölkerungszahl scheint der Markt für IKT in Deutschland noch nicht ausgeschöpft, denn Deutschland liegt im Jahr 2000 mit Pro-Kopf-Ausgaben von 2 737 DM weit hinter der Schweiz (DM 5 292), den USA (5 090 DM) oder Schweden (4 028 DM)[69].

Auf Deutschland entfallen im Jahr 2000 ca. 6 % des Weltmarkts für IKT. Die Zuwachsraten des deutschen Markts übertrafen die Zuwachsraten in den USA (um knapp 2 Prozentpunkte) und Japan (um ca. 5 Prozentpunkte). Die rapide steigende Nachfrage schlug sich auch in Beschäftigungssteigerungen nieder. Die Zahl der Erwerbstätigen in der IKT-Branche stieg nach Schätzung des Branchenverbands im Jahr 2000 um 4,3 %.

Die ungeheure Dynamik, mit der sich Deutschland zu einer Informationsgesellschaft entwickelt, wird vor allem durch drei Faktoren vorangetrieben: Durch den in den Neunzigerjahren eingeleiteten Deregulierungsprozess des Telekommunikationsmarktes und dem daraus resultierenden Preisverfall für Telekommunikationsleistungen, der zunehmenden Digitalisierung der gesellschaftlichen Kommunikationsprozesse und der starken Globalisierung der Märkte

[69] Zahlen entnommen aus BITKOM (2001).

und Anbieter. Die Dynamik des IKT-Sektors ist vor allem durch die hohe technologische Dynamik gekennzeichnet.

In der letzten großen Delphi-Studie des FhG-ISI (Cuhls et al. 1998) wird die mittel- und langfristige wirtschaftliche Bedeutung des IuK-Sektors in den Experteneinschätzungen bestätigt. Auch in Zukunft werden die wichtigsten Innovationstrends in den diesem Sektor zugehörigen Technikfeldern Elektrotechnik, Datenkommunikation und Telekommunikation erwartet. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen die Experten der Studie des Münchner Kreises (1999), wie schon der Titel impliziert: „2014 – Die Zukunft von Information, Kommunikation und Medien“. Auch in dieser Zukunftsstudie wird den IuK-Technologien die Schlüsselrolle für die zukünftige technologische und wirtschaftliche Entwicklung zugewiesen.

6.3.1 Position Deutschlands in Forschung, Entwicklung, Patenten und Außenhandel mit IKT-Hardware

Deutschlands Position als Hersteller von IKT-Gütern ist im internationalen Vergleich schwach. Dies betrifft alle Stufen des Innovationsprozesses von der Forschung und Entwicklung über die Patentaktivität bis hin zur Produktion. In allen wesentlichen Feldern der weltweiten Produktion von IKT-Hardware entfällt nur ein vergleichsweise geringer Teil auf Deutschland. Nach Angaben der OECD sind dies knapp 3 % der Weltcomputerproduktion und 4 % der Radio- und Mobilkommunikation. Am stärksten vertreten ist Deutschland noch im Bereich der Telekommunikationsausrüstungen, wo ca. 6,5 % der Weltproduktion auf Deutschland entfallen. Das hohe Wachstum des IKT-Markts in Deutschland und dessen vergleichsweise gute Position im Hinblick auf die wissenschaftlichen Grundlagen (vgl. dazu Kapitel 7) hat allerdings in der jüngsten Zeit auch Deutschland zu einem interessanten Standort für die Produktion von IKT werden lassen und dazu beigetragen, dass international führende Unternehmen Produktionsstandorte in Deutschland ausgewählt haben.

Auch im Hinblick auf die FuE-Tätigkeit gehört die IKT-Hardware nicht zu den besonderen Stärken Deutschlands. Allerdings ist auch hier auf die unterschiedliche Position im Telekommunikationsbereich und im Bereich der Informationstechnik hinzuweisen. Mit Ausnahme des Jahres 1997[70)] hat sich der Anteil der DV-Hardware an der gesamten Industrieforschung in Deutschland ähnlich entwickelt wie in der Gesamtheit der OECD-Länder. Deutlich ist allerdings das unterschiedliche Anteilsniveau, das im Schnitt der Jahre in Deutland nur halb so hoch liegt wie im Durchschnitt der OECD-Länder (vgl. Abb. 6-12).

[70)] Es muss hier darauf verwiesen werden, dass durch „Branchenwechsler“, induziert durch vergleichsweise geringe Gewichtsverlagerung in der Ausrichtung der FuE-Tätigkeit einzelner Großunternehmen, der Rückgang überzeichnet wird. Prominent sind Beispiele in denen Elektronikunternehmen zunehmend stärker dem Automobilbau zugearbeitet haben und schließlich – aufgrund der Branchenzuordnung nach dem Schwerpunktprinzip – selbst als Teil des Automobilbaus gezählt werden.

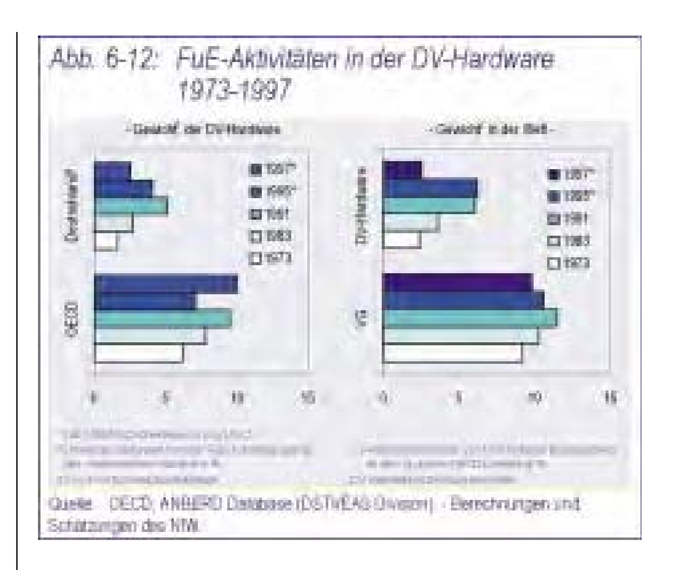


Abb. 6-12: FuE-Aktivitäten in der DV-Hardware 1973-1997

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In Bereich der Nachrichtentechnik ergibt sich über lange Zeit ein gänzlich anderes Bild. Die FuE-Aufwendungen der Nachrichtentechnik lagen in etwa auf dem Durchschnittsniveau der OECD-Länder im Hinblick auf deren relative Bedeutung an der gesamten industriellen FuE (vgl. Abb. 6-13). Erst in den Neunzigerjahren zeigt sich im internationalen Vergleich ein abnehmendes Gewicht der Nachrichtentechnik. Die relative Bedeutungszunahme der Nachrichtentechnik an den gesamten FuE-Aufwendungen, die sich in vielen OECD-Ländern beobachten ließ, wurde von der deutschen Wirtschaft nicht nachvollzogen.

Gespiegelt an der Ausrichtung der deutschen Wirtschaft zeigt diese sowohl im Außenhandel also auch bei den Patentanmeldungen ein deutlich unterdurchschnittliches Niveau. Lediglich die Export-Import-Relation in der Nachrichtentechnik ist größer als die durchschnittliche Export-Import-Relation der deutschen Wirtschaft. Obwohl die Patentaktivität in der Nachrichtentechnik auch Ende der Neunzigerjahre noch unterdurchschnittlich war, verbesserte sich die Position im internationalen Handel mit nachrichtentechnischen Gütern in den Neunzigerjahren beständig. In den anderen, insbesondere jedoch in den FuE-

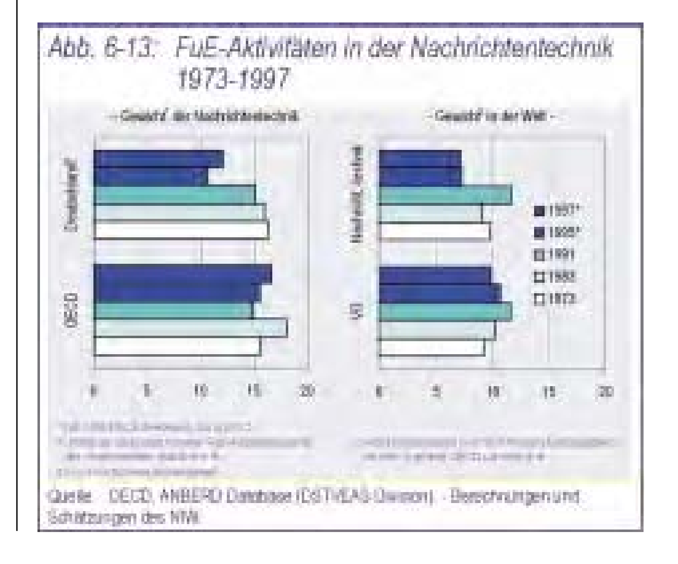


Abb. 6-13: FuE-Aktivitäten in der Nachrichtentechnik 1973-1997

Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

intensivsten Bereichen der Informations- und Kommunikationtechnik, ist in den Neunzigerjahren eine Verschlechterung der Außenhandelsspezialisierung zu beobachten. Der Welthandelsanteil Deutschlands bei IKT-Gütern liegt mit 7,3 % deutlich unter dem Durchschnitt der forschungsintensiven Güter von 15,2 % (1998).

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass die Innovationstätigkeit im Bereich der IKT-Hardware nicht zu den Stärken der deutschen Industrie zählt, denn weder bei der Produktion noch bei FuE- oder Patentaktivitäten erreicht die deutsche IKT-Industrie das von den anderen Wirtschaftszweigen vorgegebene Niveau. Eine Tendenz zur Verbesserung der Wettbewerbsposition ist in der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre im Außenhandel in der Nachrichtentechnik zu konstatieren.

6.3.2 Patentaktivitäten Deutschlands in dynamischen IKT-Wachstumsbereichen

Eine Verbesserung der Wettbewerbsposition Deutschlands ist insbesondere von der zunehmenden Verschmelzung von Informationstechnik und der Kommunikationstechnik zu erwarten. Diese Verschmelzung eröffnet hohe Innovationspotenziale, sowohl aufseiten der IKT-Produzenten als auch aufseiten der IKT-Anwender.

Das starke Wachstum der IKT-Umsätze in der Bundesrepublik wurde in den letzten Jahren vor allem von der Telekommunikation getragen. Die Datenkommunikation erhält jedoch eine zunehmend wichtigere Rolle. Die Qualität und der Ausbau der Datennetze bildet die Grundlage für das weitere Wachstum der Informationswirtschaft. Die Weiterentwicklung und die wirtschaftliche Nutzung des Internets ist eine der wichtigsten Triebkräfte für das Wachstum des IKT-Sektors. Die Nutzung des Internets und die Anwendung neuer Internet-gestützter Angebote wird in Zukunft zunehmend mobiler. Die Endgeräte und die Netze werden leistungsfähiger und die digitale mobile Datenübertragung schafft neue Innovations- und Wachstumspotenziale.

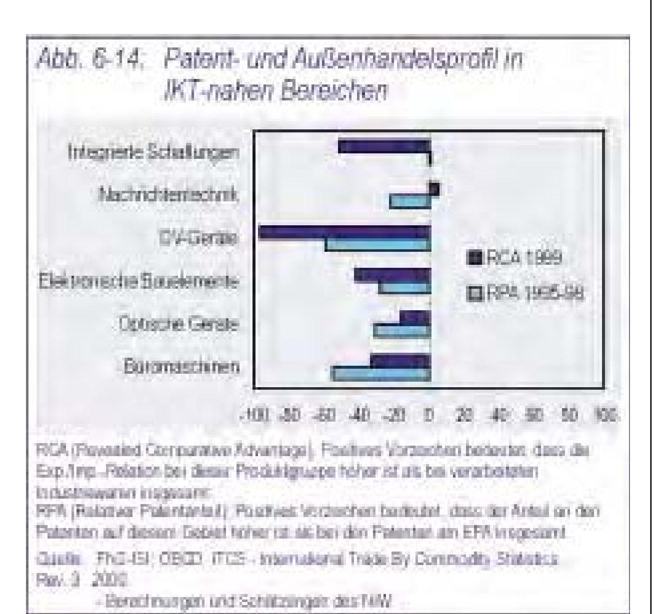


Abb. 6-14: Patent- und Außenhandelsprofil in IKT-nahen Bereichen

Erst allmählich wird das Potenzial von E-Commerce sichtbar. Die Unternehmen stehen noch am Anfang der Erschließung dieses Wachstumspotenzials. Die weitreichenden Konsequenzen für die Organisation von Unternehmen, Wertschöpfungsketten, ganzen Industriezweigen und der Volkswirtschaft insgesamt sind zum jetzigen Zeitpunkt nur sehr unzureichend zu beschreiben. Der Erfolg des E-Commerce hängt nicht zuletzt von einer Verbesserung der Übertragungsgeschwindigkeiten, der leichten Bedienbarkeit und der Datensicherheit in Datennetzen ab. Mangelnde Datensicherheit wird häufig als der zentrale Hemmfaktor für das Wachstum des E-Commerce (und M-Commerce) angesehen.

Diese skizzierten Entwicklungen korrespondieren auch mit den langfristigen Trends, die von den Delphi-Studien des FhG-ISI (1998) und des Münchner Kreises (1999) herausgearbeitet wurden. Daher kommt insbesondere den drei Technologiefeldern Internet, Mobilkommunikation und Schutz des Datenaustausches besondere Bedeutung für die weitere Entwicklung der Informationswirtschaft zu. Die Entwicklung und aktuelle Position Deutschlands in der Erfindungstätigkeit auf diesen drei Bereichen kann anhand von Patentdaten dargestellt werden.[71)] Insgesamt entfielen im Jahr 1998 auf diese drei Bereiche ca. 3 800 Patente davon ca. 50 % auf den Bereich Mobilkommunikation, ca. 40 % auf das Internet und ca. 19 % auf den Bereich Datensicherheit.

Entwicklung der Mobilkommunikation im Spiegel der Patentstatistik

Die bevorstehende Konvergenz von Internet- und Mobilkommunikation ist eng gekoppelt an zwei entscheidende technologische Weiterentwicklungen: zum einen die Einführung vom GSM-Nachfolger UMTS und zum anderen die Etablierung des einheitlichen Standards der Datenübertragung WAP, im Zuge dessen nicht nur die Übertragungskapazitäten der Mobiltelefone erhöht werden sollen, sondern diese zu internetfähigen Endgeräten werden.

Hinsichtlich der Entwicklung der Patentanmeldungen in den Neunzigerjahren erweist sich die Mobilkommunikation mit deutlichem Abstand als das Feld mit der höchsten Dynamik. Im Zeitraum 1990 bis 1998 hat sich die Gesamtzahl der Patentanmeldungen am europäischen Patentamt verachtfacht. Die Anzahl der Patentanmeldungen aus Deutschland hat sich sogar noch deutlich stärker erhöht. Dabei ist festzustellen, dass sich die Patentdynamik insbesondere ab 1995 beschleunigt. Dies gilt vor allem auch für Deutschland und lässt sich am besten als ein Nachholeffekt interpretieren, dessen Dynamik stark vom geringen Ausgangsniveau des Jahres 1990 beeinflusst wird.

---

71) Die bislang vorhandene Datenlage hat eine isolierte Betrachtung der Patentdynamik auf den skizzierten Wachstumsfeldern nicht zugelassen. Die nachfolgenden Darstellungen beruhen auf einer detailierten Analyse der Patentstatistik am EPA durch das FhG-ISI. Einschränkend sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass sich der Fortschritt im IKT-Bereich aufgrund der eingeschränkten Patentierbarkeit von Software nur unvollständig mithilfe von Patentdaten abbilden lässt.

Entwicklung der internetbezogenen Patentanmeldungen am EPA

Im Hinblick auf die Dynamik von internetbezogenen Patentanmeldungen lassen sich zwei Feststellungen treffen: (1) Ebenso wie im Bereich der Mobilkommunikation zeigt sich in den Neunzigerjahren eine Wachstumsbeschleunigung bei den Anmeldungen. (2) Internetrelevante Patentanmeldungen beschränken sich zunehmend nicht mehr auf die klassischen Technologiefelder der „Elektronischen Digitalen Datenverarbeitung“ und „Übertragung digitaler Informationen“. Mit der Diffusion des Internets in alle täglichen Lebensbereiche finden sich internetbezogene Inventionen auch in weiteren Bereichen der Internationalen Patentklassifikation wie Spiele, Arbeitsverfahren, Büromaschinen, Maschinenbau, Heizungssystem usw. Die Ausweitung der Bandbreite verdeutlicht am besten die Rolle des Internets als neuer Querschnittstechnologie.

Insgesamt ist bei den EPA-Anmeldungen zum Technikfeld Internet ein deutlicher Anstieg im Zeitverlauf zu erkennen. Von 1990 bis 1995 haben sich die Anmeldungen von 330 auf 594 knapp verdoppelt, bis zum Jahr 1998 sind sie dann nochmals um das Vierfache angestiegen (vgl. Abb. 6-17). Wenig überraschend übertraf damit die Dynamik der Patentanmeldungen im Technikfeld Internet den positiven Trend der Gesamtzahl der Patentanmeldungen erheblich. Insbesondere in den letzten beiden Jahren des betrachteten Zeitraums zeigt sich für Deutschland eine überdurchschnittliche Dynamik, die auch zu einer deutlichen Verschiebung der internationalen Patentposition Deutschlands beitrug. Die Wettbewerbsposition Deutschlands im Technikfeld Internet hat sich daher verbessert.

Entwicklung der Patentanmeldungen im Bereich Datensicherheit

Die steigende Bedeutung vernetzter und digitaler Kommunikation, sei es im Intra- oder Internet, stellt zunehmend Anforderungen an die Sicherheit der digitalen Datenkommunikation. Dies gilt sowohl für den privaten Bereich, z. B. beim elektronischen Einkauf, als auch für den zwischenbetrieblichen und den öffentlichen Datenverkehr. In erster Linie kommt es bei der weiteren Entwicklung von Sicherheitstechnologien in globalen Kommunikationsnetzen auf eine innovationsfreundliche und planungssichere Rahmensetzung an. Manche Entwicklung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnologie ist aber auf die Lösung grundlagennaher und angewandter Forschungsfragen angewiesen, um erfolgreich Angriffe auf die digitale Kommunikation abzuwehren (z. B. durch Mobile Codes/Makro-Viren). Die zentrale Bedeutung des Datensicherheitsaspekts wurde im Jahr 2000 überdeutlich: Die Anzahl der neu erkannten Virentypen vervielfachte sich. Neue Arten besonders zerstörerischer Computerviren fanden über die digitalen Netze eine rasante Verbreitung und legten weltweit Millionen von PCs lahm (z. B. Loveletter, Kurnikova usw.). Unmittelbar führten diese Attacken zu sehr konkreten wirtschaftlichen Schäden. Mittelbar problematischer für die Entwicklung der Informationsgesellschaft ist der Verlust des Vertrauens in IKT und daraus resultierend Akzeptanzprobleme IKT-gestützter Innovationen wie z. B. des E-Commerce. Die weitere Entwicklung neuer Sicherheitstechnologien für die digitale Informationsüber-

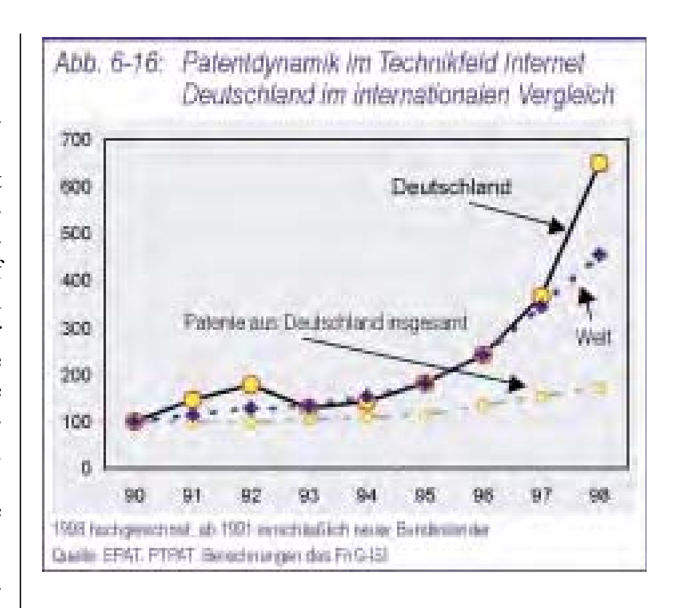


Abb. 6-16: Patentdynamik im Technikfeld Internet Deutschland im internationalen Vergleich

1998 hochgerechnet, ab 1991 einschließlich neuer Bundesländer
Quelle: EPAT, PTPAT, Berechnungen des FhG-ISI

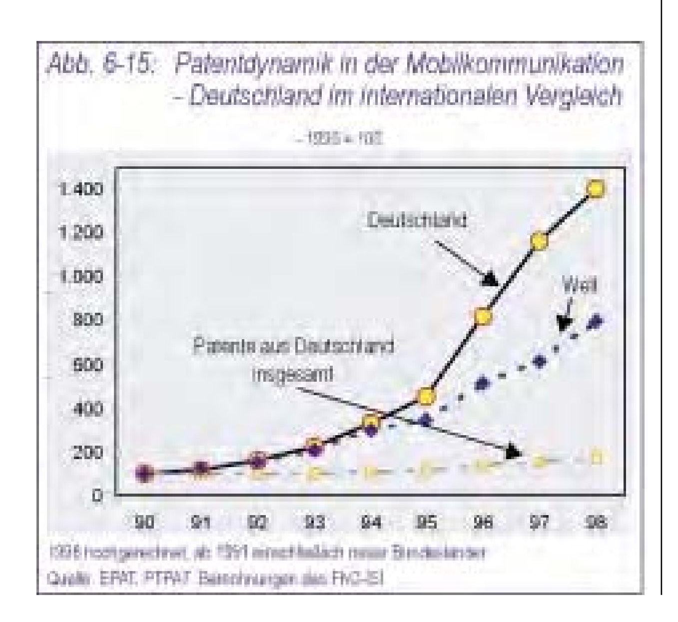


Abb. 6-15: Patentdynamik in der Mobilkommunikation – Deutschland im internationalen Vergleich

1998 hochgerechnet, ab 1991 einschließlich neuer Bundesländer
Quelle: EPAT, PTPAT, Berechnungen des FhG-ISI

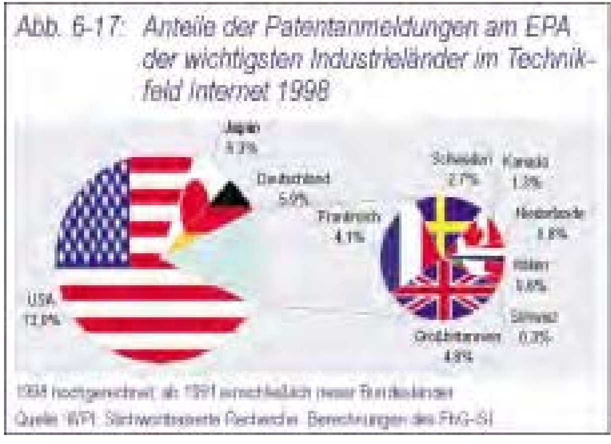


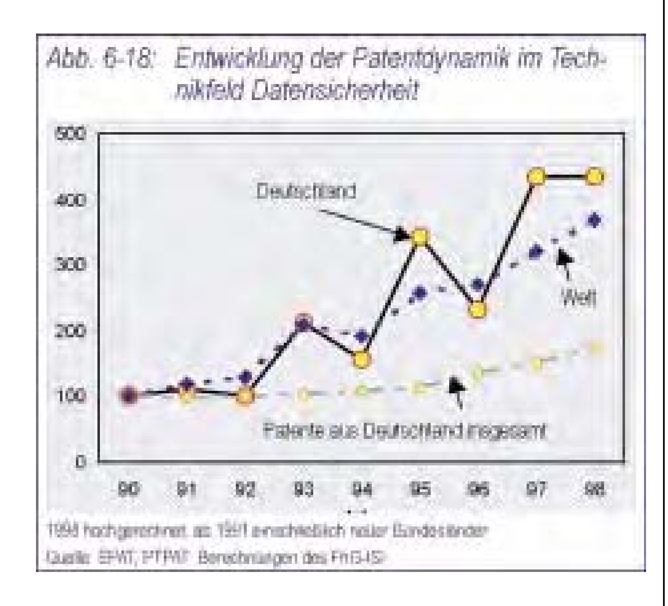
Abb. 6-17: Anteile der Patentanmeldungen am EPA der wichtigsten Industrieländer im Technikfeld Internet 1998

1998 hochgerechnet, ab 1991 einschließlich neuer Bundesländer
Quelle: WPI, Stichwortbasierte Recherche, Berechnungen des FhG-ISI

tragung und -speicherung ist ein zentraler Aspekt der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft.

Daher ist es auch wenig überraschend, wenn bei den EPA-Patentanmeldungen zum Technikfeld Datensicherheit ein Anstieg im Zeitverlauf zu erkennen ist (vgl. Abb. 6-18). Allerdings ist der Anstieg deutlich schwächer als in den beiden oben untersuchten Bereichen Internet und Mobilkommunikation. Sieht man von den jährlichen Schwankungen einmal ab, so zeigt sich auch für Deutschland eine Aufwärtsentwicklung in der Größenordnung der internationalen Patentdynamik. Aber auch im bisherigen Rekordjahr 1998 liegt der Anteil der deutschen EPA-Anmeldungen zur Datensicherheit unter 10 % der Anmeldungen in diesem Technikfeld.

Abb. 6-18: Entwicklung der Patentdynamik im Technikfeld Datensicherheit



Spezialisierung Deutschlands

Die Dynamik der Patentanmeldezahlen ließ eine überproportional positive Tendenz hinsichtlich der Erfindungstätigkeit in Deutschland in den drei analysierten Technikfeldern erkennen. Insbesondere am Ende der Neunzigerjahre zeigte sich eine deutliche Positionsverbesserung im internationalen Vergleich. Gleichwohl gilt auch für die drei näher untersuchten Teilbereiche der Informations- und Kommunikationstechnik, dass Deutschland in diesen Feldern im Vergleich zum weltweiten Patentaufkommen in diesen Gebieten und der hohen deutschen Patentaktivität in anderen Technikfeldern nur unterdurchschnittlich positioniert ist (vgl. Abb. 6-19). Zwar zeigt sich insbesondere in der Mobilkommunikation eine deutliche Verbesserung des RPA-Werts, allerdings liegt der RPA-Wert auch am Ende der Neunzigerjahre noch im negativen Bereich. In den Technikfeldern „Internet“ und „Datensicherheit“ ist in den Neunzigerjahren kein eindeutiger Verbesserungstrend erkennbar.

Im internationalen Vergleich wird deutlich, dass unter den großen Industrieländern lediglich Japan, Deutschland und die Schweiz in allen drei untersuchten Technikfeldern unterdurchschnittliche Patentaktivitäten aufweisen (vgl. Abb. 6-20). Besonders hervorstechend sind die hohe

Abb. 6-19: RPA-Werte in dynamischen Teilbereichen der IuK-Technik 1998

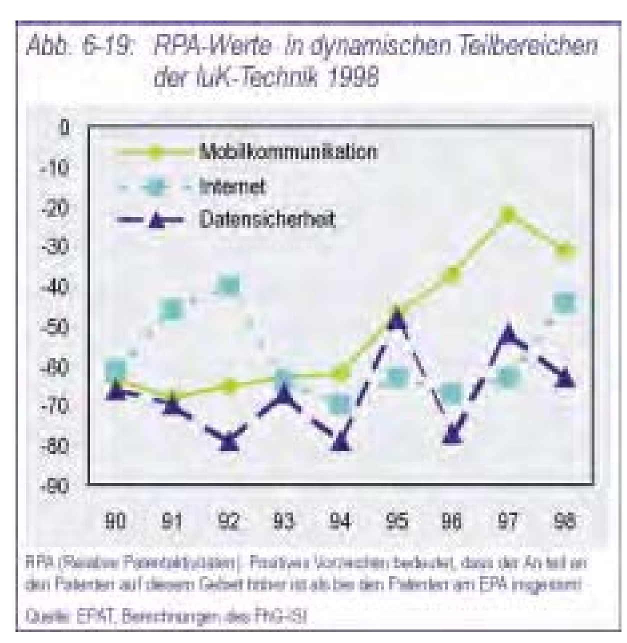
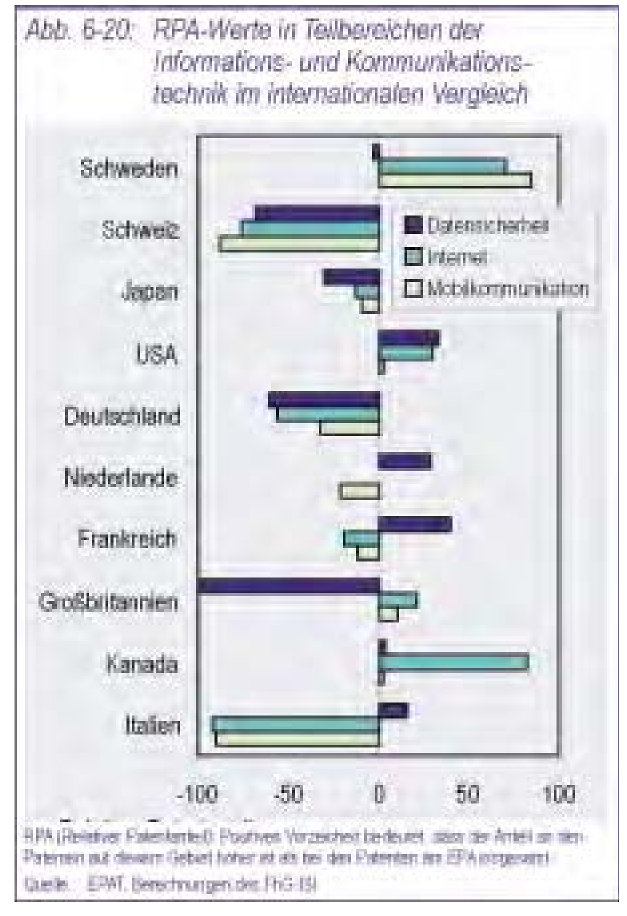


Abb. 6-20: RPA-Werte in Teilbereichen der Informations- und Kommunikationstechnik im internationalen Vergleich



Spezialisierung Schwedens und Kanadas auf die Bereiche Telekommunikation und Internet.

Absolut betrachtet weist Deutschland höhere Patentanmeldezahlen als diese Länder auf und verfügt daher über ein vergleichsweise höheres technologisches Potenzial. Allerdings konzentriert Deutschland seine Patentaktivitäten

nicht auf diese Felder, sondern ist in anderen Technikfeldern ebenfalls sehr aktiv. Die hohen Spezialisierungswerte für einige kleinere Länder deuten darauf hin, dass von diesen Ländern eine verstärkte Konkurrenz auf dem Weltmarkt zu erwarten ist. Sie werden gemäß ihrer Patentanmeldungen eine Spezialisierung im Außenhandel in diesen Innovationsfeldern anstreben. Aufgrund der anhaltend hohen Dynamik in allen drei Feldern sind allerdings die weltweiten Spezialisierungsvorteile noch nicht entgültig zementiert. In jedem der untersuchten Technikfelder besteht für Deutschland aufgrund der hohen Dynamik in den letzten Jahren noch ein deutlicher Verbesserungsspielraum.

7. Technologische Leistungsfähigkeit und der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik

7.1. Hintergrund

Informations- und Kommunikationstechnologien haben sich in der zweiten Hälfte der Neunzigerjahre weltweit zum Hoffnungsträger für Wachstum und Wohlstand entwickelt. Genährt wird diese Hoffnung durch die US-Wirtschaft, die in den Neunzigerjahren deutlich steigende Produktivitätswachstumsraten und einen seit Jahrzehnten nicht mehr zu beobachtenden Wachstumsschub erfahren hat. Dabei wird hervorgehoben, dass sich im Laufe der Neunzigerjahre insbesondere das Produktivitätswachstum in den USA beschleunigt hat.[72] Dies wird unmittelbar mit dem technischen Fortschritt in den Informations- und Kommunktionstechnologien (IKT) und dem Einsatz dieser Technologien in nahezu allen Bereichen der Wirtschaft in Verbindung gebracht. Zur Erklärung der Veränderungen der ökonomischen Effekte von IKT wird dabei die enorme Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Computern, die explosionsartige Ausbreitung der Vernetzung von Computern und neue, leistungsfähige Software herangezogen.[73] Diese technologischen Fortschritte waren verbunden mit einem rapiden Verfall der Preise für Computerleistung, Informationsspeicherung und -übertragung und dem gleichzeitigen Anstieg der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnikgüter und -dienstleistungen. Das Wachstum der US-Wirtschaft lag in den Neunzigerjahren deutlich über dem Wachstum der meisten europäischen Volkswirtschaften. Häufig wird daraus geschlossen, dass die europäischen Volkswirtschaften noch nicht in gleichem Maße reif sind für die „New Economy".

Exponentielle Leistungssteigerungen in der Informationstechnik

Die Steigerungen der Kapazität von IKT überstieg in den letzten dreißig Jahren häufig die Projektionen. Seit 1960 verdoppelt sich die Anzahl der Transistoren pro Mikroprozessor-Chip ca. alle 18 bis 24 Monate. Gordon Moore, der spätere Intel-Gründer, prognostizierte 1967 diese Entwicklung auf der Basis der Entwicklungsfortschritte in der ersten Hälfte der Sechzigerjahre. Und entgegen allen Skeptikern hielt die Geschwindigkeit der Verbesserung der Leistungskapazität von Mikroprozessoren und damit die des exponentiellen Wachstums der Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren bis heute an (vgl. Abb. 7-1). Die Beibehaltung dieser Geschwindigkeit erforderte immer wieder Rückgriffe auf neue physikalische und ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse. Die Verteuerung der Entwicklung und Produktion von Prozessoren stimulierte Kooperationen zwischen den führenden Unternehmen (z. B. SEMATECH) und hat neuerdings Zweifel geweckt, ob die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts in der Halbleiterindustrie nicht aus ökonomischen Rentabilitätsüberlegungen heraus abnimmt (vgl. Mann 2000). Auch bei komplementären Technologien wurden erhebliche Fortschritte erzielt. Die Kapazität von Festplatten verdoppelt sich alle neun Monate und der Preis für ein Megabyte-Festplattenplatz fiel von US-$ 11,5 im Jahr 1988 auf US-$ 0,02 im Jahr 1999 (vgl. Toigo 2000). Ähnliche technologische Verbesserungen lassen sich in der Kommunikationstechnik beobachten. Die Geschwindigkeit der Datenübertragung ist ebenfalls exponentiell gewachsen. Die Übertragungskapazität von Verbindungskabeln verdoppelte sich innerhalb eines Jahres (vgl. Hecht 1999).

Rapider Verfall der Preise für die IKT-Leistung

Der Verfall der Preise für die IKT-Leistung ist spiegelbildlich zur Erweiterung der technologischen Potenziale

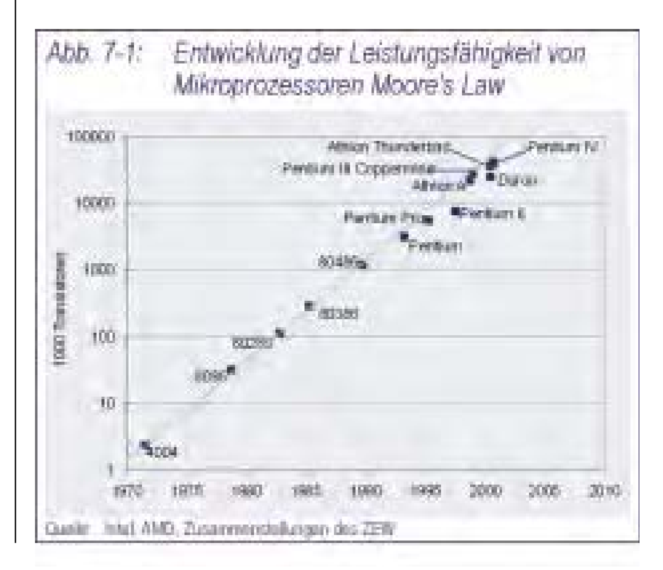


Abb. 7-1: Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren Moore's Law

---

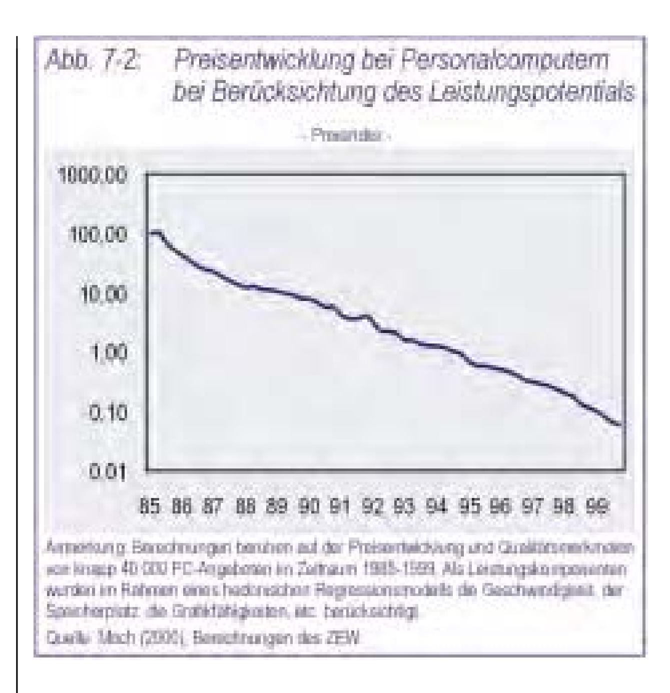
72) Diese Beschleunigung wird von einer Reihe von Studien belegt US Department of Commerce (2000), Oliner und Sichel (2000), Gordon (2000), Daveri (2000), Jorgenson und Stiroh (2000).

73) Erinnert sei hier an den legendären Ausspruch des Nobelpreisträgers Robert Solow im Jahr 1987 „We can see the computer age everywhere but in the productivity statistics".

neuer IKT-Güter. Der Rückgang der Leistungspreise für die IKT-Ausrüstungsgüter ist die treibende Kraft der zunehmenden Nachfrage nach IKT-Gütern und -Dienstleistungen. Dabei ist der Markt für die wesentlichen Bausteine eines Computers inzwischen ein globaler Markt: Preisänderungen pflanzen sich unmittelbar fort und schlagen sich unmittelbar weltweit in den Preisen für IKT-Güter nieder. Gleichzeitig stellen der schnelle Verfall der Preise für IKT-Güter, die kurzen Produktlebenszyklen und der massive Qualitätsanstieg traditionelle Methoden der Erfassung der Preisentwicklung infrage. In den USA wurden daher neue Methoden der Preisstatistik eingeführt und auch in anderen Ländern der OECD ist dies zunehmend der Fall.[74)]

Die Bedeutung dieser Änderung für die Analyse der Entwicklung zur „New Economy“ stellt die Bundesbank (2000) heraus. Verwendet man in den USA und in Deutschland die jeweiligen nationalen Preisindizes, so ergibt sich ein Zuwachs der IKT-Investitionen im Zeitraum von 1992 bis 99 von jahresdurchschnittlich 40 % für die USA und von 6 % für Deutschland. Wendet man die US-Preisentwicklung auf Deutschland an, so erhält man eine Steigerungsrate der IKT-Investitionen in Deutschland von jahresdurchschnittlich ca. 28 % (vgl. Bundesbank 2000). Die **Lücke zwischen den IKT-Investitionen in Deutschland und den USA** wäre also bei dieser Berechnung **deutlich geringer als bei Zugrundelegung des offiziellen Zahlenmaterials.**

Stellt man auf das Leistungspotenzial von Computern ab, so kann man – mit der Ausnahme wechselkursbedingter Abweichungen – tatsächlich keine größeren Abweichungen zwischen der Preisentwicklung von Personalcomputern in Deutschland und den USA mehr feststellen (vgl. Moch 2000). Die deutschen IKT-Anwenderindustrien, die privaten und öffentlichen Haushalte profitieren damit in gleichem Maße wie die Computernutzer in den USA von den enormen technologischen Fortschritten in der IKT-Industrie. Wie Abb. 7-2 zeigt, muss Ende der Neunzigerjahre auch in Deutschland nur noch ein Bruchteil dessen gezahlt werden, was im Jahr 1985 für die Leistung eines entsprechenden Personalcomputers gezahlt werden musste. Die in dieser Abbildung dargestellten Berechnungen besagen, dass das Leistungsspektrum eines Personalcomputers Jahrgang 1999, für den ca. DM 3 000 ausgegeben wurden, einem Gegenwert von DM 3 Mill. im Jahr 1985 entspricht. Der expontentielle Anstieg der Leistungsfähigkeit korrespondiert mit einem exponentiellen Rückgang der Preise für die Leistung. Damit aber profitieren weltweit durch den Preisverfall von IKT-Hardware Wirtschaft und Verbraucher von der Interaktion von privater und öffentlicher Forschung insbesondere in den USA.[75)]



Zunehmende Vernetzung

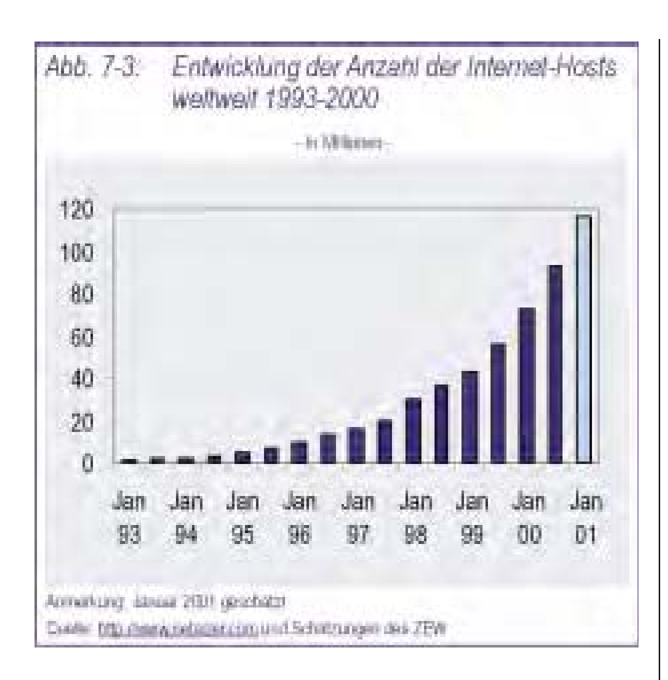
Neben der Leistungssteigerung und dem Preisverfall bei IKT-Gütern gilt die Vernetzung als das dritte charakteristische Anzeichen einer „New Economy“. Gemeint ist damit nicht nur die zunehmende Vernetzung zwischen Computern, sondern auch die Integration von Text, Sprache und Bild. Häufig wird die Einführung des Internets als einer der entscheidenden Durchbrüche bei der Entwicklung der „New Economy“ und als einer der Auslöser des grundlegenden strukturellen Wandels angesehen, der zu Beginn der Neunzigerjahre die USA erfasst hat und mit wenigen Jahren Verspätung auch im europäischen Raum greift. Die rapide Durchsetzung des Internets als Kommunikationsinstrument sucht bislang in der Geschichte der Kommunikationsindustrie seinesgleichen. Und ein Ende des raschen Wachstums ist zurzeit nicht abzusehen. Bis zum Ende der Neunzigerjahre ist die Entwicklung der weltweiten Verbreitung des Internets durch ein exponentielles Wachstum gekennzeichnet (vgl. Abb. 7-3). Momentan verdoppelt sich die weltweite Anzahl der Internet-Hosts ca. alle 18 Monate.

Die rasante Ausbreitung des Internets ist auch die Basis für die rasch wachsende Bedeutung neuer Geschäftsmodelle, neuer Formen der Arbeit, neuer Vertriebskanäle für Konsum- und Investitionsgüterunternehmen und der Anreiz für die sprunghafte Beteiligung von Privaten am Internet. Unterstützt, wenn nicht sogar erst ermöglicht, wird diese Entwicklung durch „Netzwerk-Externalitäten“. Der ökonomische Wert des Netzwerks steigt weit überpropor-

---

[74)] Die Asynchronität der Einführung neuer statistischer Techniken hat zu einer Diskussion über die Vergleichbarkeit der Kennzahlen zur Entwicklung der IKT-Investitionen in Europa und den USA geführt. Möglicherweise wird dadurch sogar die internationale Vergleichbarkeit gesamtwirtschaftlicher Eckgrössen wie das BIP-Wachstum oder die Inflationsraten beeinträchtigt (vgl. zu dieser Diskussion Grant 2000 in der Financial Times). Die OECD arbeitet zur Zeit an einem Handbuch für die Preisstatistik bei IKT-Gütern (OECD 2000d).

[75)] Die National Science Foundation belegt anhand detaillierter Technologieentwicklungslinien, die Interaktion öffentlicher Forschung und Forschungsanstrengungen der Unternehmen bei IKT-Hardware und -Software (NSF 2000, Abb. 9-5).



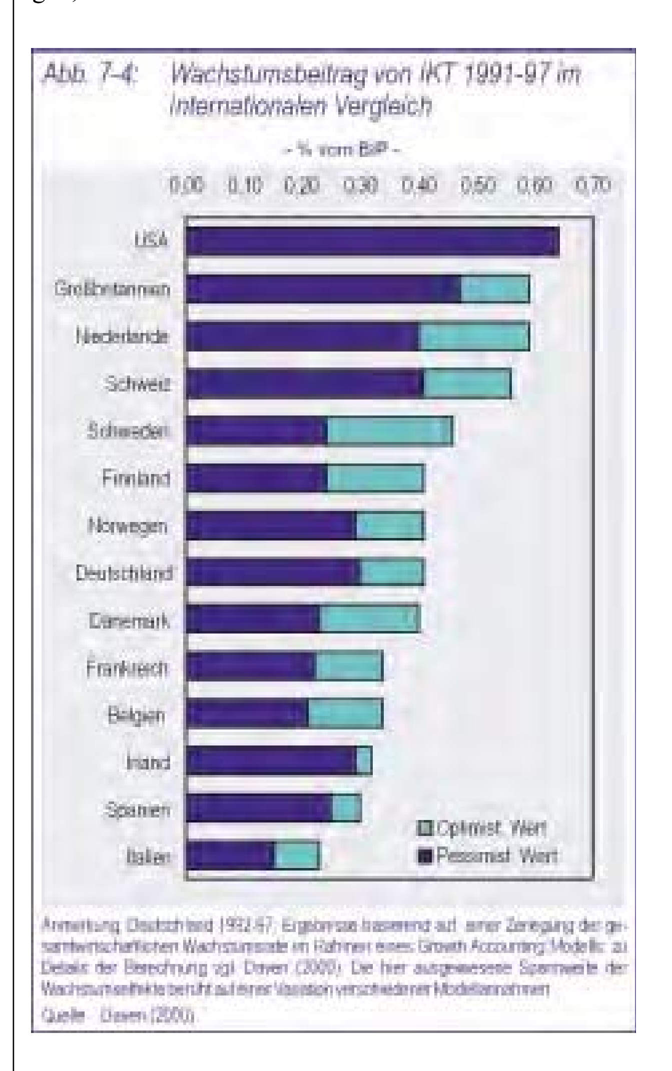
tional mit der Anzahl der Nutzer und jeder neue Nutzer steigert den Wert des Netzes für die bisherigen Teilnehmer. Dagegen sinken die durchschnittlichen Kosten eines Netzwerks mit jedem neuen Nutzer. Dieses kann auch als eine Erklärung dafür herangezogen werden, dass Informations- und Kommunikationstechniken erst allmählich ihren Produktivitätseffekt entfalten. Angebotsseitige und nachfrageseitige Skaleneffekte sind die Triebfeder des Wachstums des Internets und der Informations- und Kommunikationstechnik überhaupt.

Die Ausbreitung des Internets ist aber nicht denkbar ohne die Entwicklung komplementärer Innovationen. Ohne benutzerfreundliche Internetbrowser wie „Netscape Navigator“ oder den „Microsoft Internet-Explorer“ wäre die Entwicklung des Internets nicht denkbar. Gerade bei der Entwicklung der Basissoftware für das Internet waren öffentliche Forschungsinstitutionen maßgeblich beteiligt. So entstammt der erste Internet-Browser, Mosaic (1993), einer US-amerikanischen Universität; das World Wide Web wurde 1989 von Wissenschaftlern am CERN entwickelt.

Komplementäre Innovationen in der Kommunikationstechnik werden die Ausbreitung des Internets auch in den nächsten Jahren stimulieren. Das zurzeit noch primär stationäre Internet wird Schritt für Schritt mit den Möglichkeiten der Mobilkommunikation zusammenwachsen. Die sich daraus ergebenenden Innovationsmöglichkeiten sind ein entscheidender Faktor für das zukünftige Beschäftigungswachstum der IKT-Anwender und der IKT-Produzenten (vgl. Kap. 8).

7.2 Wachstumsbeiträge der Informations- und Kommunikationstechnologien im internationalen Vergleich

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien wird gemeinhin als die wichtigste Triebfeder der „New Economy“ bezeichnet. Die Entstehung des Begriffs „New Economy“ bezieht sich auf die Wachstums- und Produktivitätswirkung, denn die Erfahrung eines langen und sich in der Spätphase des Konjunkturzyklus noch einmal beschleunigenden Wachstums in den USA verlangt nach Erklärungen, für die sich die hohe Diffusionsgeschwindigkeit von IKT geradezu anbot. Eine Reihe von ökonomischen Studien konnte in den letzten Jahren aufzeigen, dass sich in den Neunzigerjahren der Wachstumsbeitrag von IKT erhöht hat. Diese primär für die USA festgestellten Fakten gelten aber auch für Europa. IKT haben sich in allen Ländern Europas zu einem wichtigen Wachstumsfaktor entwickelt. Wie die Berechnungen von Daveri (2000) zeigen, entfällt auch in Deutschland ein signifikanter Wachstumsbeitrag auf den zunehmenden Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (vgl. Abb. 7-4). Bezogen auf das durchschnittliche Wachstum des BIP beträgt der Wachstumsbeitrag von IKT zwischen einem Fünftel und einem Viertel des gesamten (realen) Wachstums. Deutlich wird aber auch, dass die Wachstumsbeiträge der Informations- und Kommunikationstechnologien in den USA und in einigen europäischen Ländern deutlich größer sind als in Deutschland. Die Berechnungen von Daveri (2000) zeigen, dass sich nicht nur in den USA[76] sondern auch in



[76] Vgl. Oliner und Sichel (2000), Gordon (2000), Jorgenson und Stiroh (2000), Schreyer (2000), OECD (2001).

Europa die Wachstumsbeiträge 1996 bis 98 vergrößert haben. Diese Beschleunigung ist in Deutschland nur unterdurchschnittlich ausgefallen. Neben dem geringeren gesamtwirtschaftlichen Wachstum hängt diese auch mit der in diesen Jahren vergleichsweise geringeren Investitionsdynamik in der Informations- und Kommunikationstechnik zusammen. Wie die Ergebnisse von Stiroh (2001) für die USA zeigen, stieg im Laufe der Neunzigerjahre der Produktions- und Wachstumsbeitrag der IKT-Anwenderindustrien an. Dies lässt sich in Deutschland ebenso wie in den meisten anderen Industrieländern beobachten.

7.3 Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien im internationalen Vergleich

Die Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien in Deutschland sind im Jahr 2000 auf einen neuen Rekordwert gestiegen. Insbesondere der Mobilfunkbereich hat sich mit einer bislang in Deutschland nicht gekannten Dynamik entwickelt. Die Zahl der Mobilfunkteilnehmer hat sich verdoppelt. Dies ist auch im internationalen Vergleich ein beeindruckendes Ergebnis und legt die Vermutung nahe, dass Deutschland auf dem besten Weg ist, den Rückstand in der Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien zu den führenden Ländern zu verkürzen.

Im internationalen Vergleich sind aber die Ausgaben für Informationstechnik und Telekommunikation – trotz einer Steigerung um 0,4 %-Punkte im Jahr 2000 – vergleichsweise gering (vgl. Abb. 7-5). In den USA und in Schweden liegt der Ausgabenanteil für Informationstechnik und Telekommunikation inzwischen bereits bei über 8 %.

Der Rückstand Deutschlands wird noch deutlicher, wenn der Informationstechnikmarkt und der Telekommunikationsmarkt getrennt betrachtet werden. Denn während die Ausgabenanteile für Telekommunikation im internationalen Vergleich sehr wenig streuen,[77] zeigen sich bei den Investitionen für Informationstechnik deutliche Unterschiede. Deutschland liegt hier noch besonders weit zurück. Dabei ist der Rückstand am größten im Hinblick auf die Investitionen in IT-Ausrüstungen mit geringerer Leistungskraft, den typischen PCs. Im Hinblick auf Server und Workstations liegen die Investitionen in Deutschland deutlich näher an oder über dem Durchschnitt der EU-Länder. Dies mag als ein Hinweis darauf interpretiert werden, dass der Rückstand im Hinblick auf die Verbreitung von Informationstechnik weniger in den Unternehmen, sondern eher im Haushaltsbereich zu suchen ist. Nach Angaben des Statistischen Bundesamts verfügten im ersten Halbjahr 2000 17 % der Haushalte in den alten und 12 % der Haushalte in den neuen Bundesländern über einen Internet-Zugang.[78]

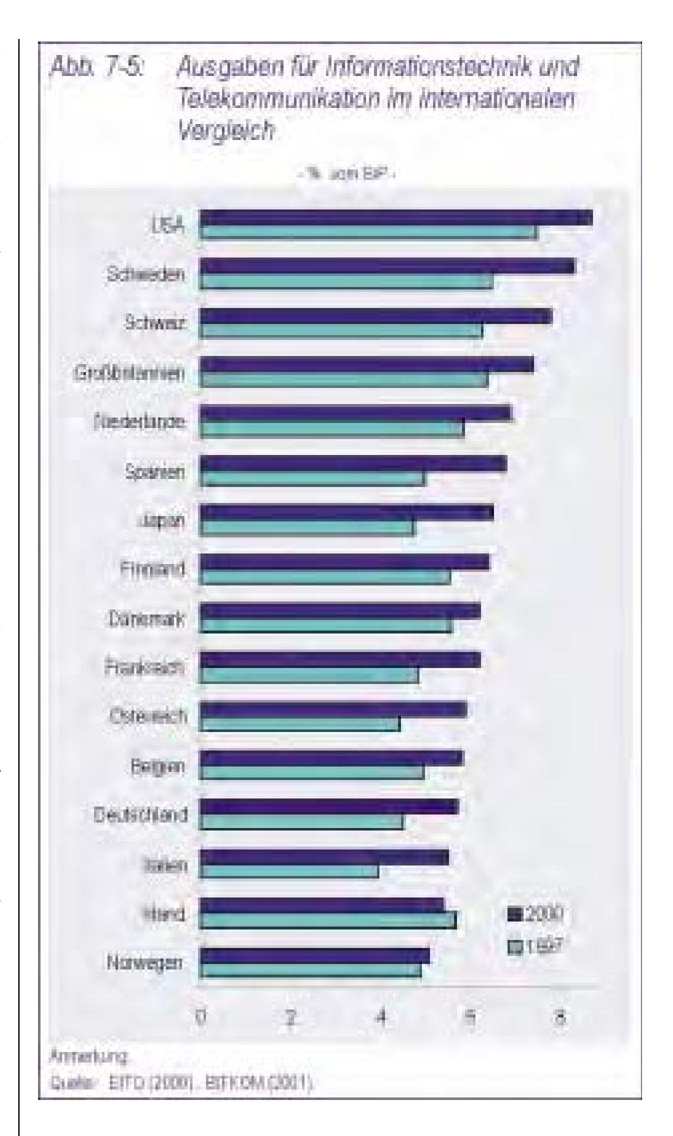


Abb. 7-5: Ausgaben für Informationstechnik und Telekommunikation im internationalen Vergleich

Anmerkung:
Quelle: EITO (2000), BITKOM (2001).

Der Rückstand Deutschlands lässt sich am deutlichsten bei der Betrachtung direkter Indikatoren zum Einsatz einzelner zentraler Elemente moderner Informationstechnik erkennen. Die Abb. 7-6 gibt Aufschluss über die internationale Verbreitung des Internets. Ein möglicher Indikator dafür ist die Anzahl der Internet-Hosts. Dieser Indikator wurde gewählt, da sich das Internet zur treibenden Kraft des Einsatzes von Informationstechnik entwickelt hat. Gemessen an diesem Indikator besteht für Deutschland noch ein erheblicher Aufholbedarf hinsichtlich des Einsatzes des Internets. Deutschland liegt weit abgeschlagen hinter den führenden Ländern USA und Finnland. Auch im Vergleich mit den weiteren EU-Ländern liegt die Verbreitung von Internet-Hosts in Deutschland weit unterhalb des Durchschnitts.

Die Anzahl der Internet-Hosts sagt allerdings nur wenig über die Nutzung des Internets aus, sondern ist ein Indikator für das Informationsangebot im Internet, das in Deutschland „beheimatet" ist. Jedoch ist dieses Informationsangebot ein wichtiges Motiv für die Nutzung des Internets. Die Nutzerzahl des Internets ist im Jahr 2000 in Deutschland überaus stark gestiegen. Innerhalb von nur drei Jahren hat sich die Nutzerzahl vervierfacht (vgl. Abb. 7-7). Diese Steigerungsrate liegt deutlich oberhalb

[77] Die höchsten Ausgabenanteile für Telekommunikation finden sich im internationalen Vergleich in den Ländern, die in der Telekom-Deregulierung noch nachhinken.

[78] Die Anzahl der Haushalte mit Internet-Anschluss hat sich im Laufe des Jahres 2000 erheblich erhöht. Umfrageergebnisse für die zweite Jahreshälfte kommen zu deutlich höheren Zahlen.

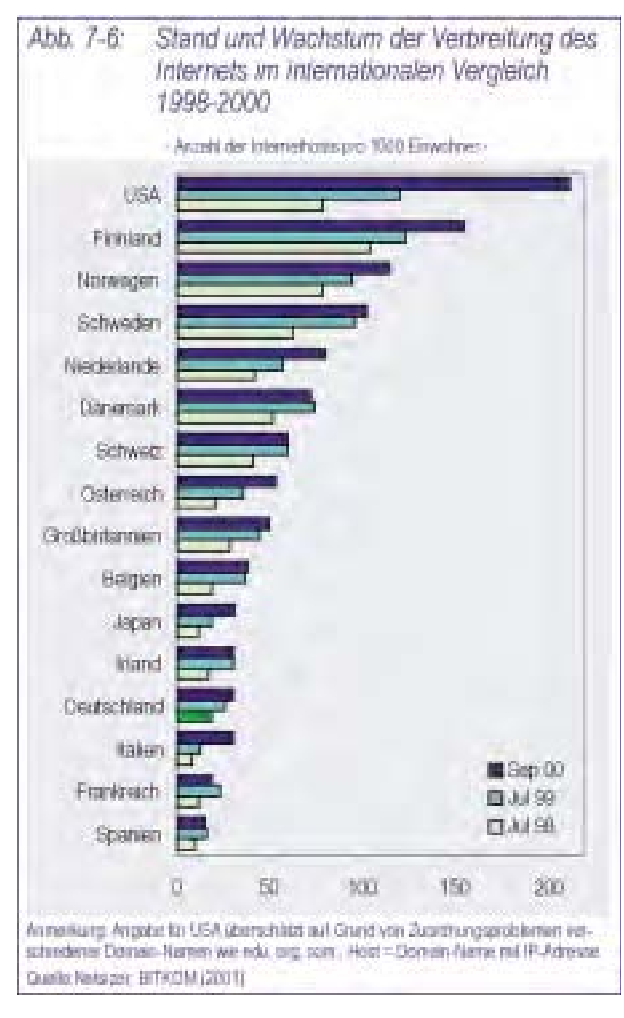


Abb. 7-6: Stand und Wachstum der Verbreitung des Internets im internationalen Vergleich 1998-2000

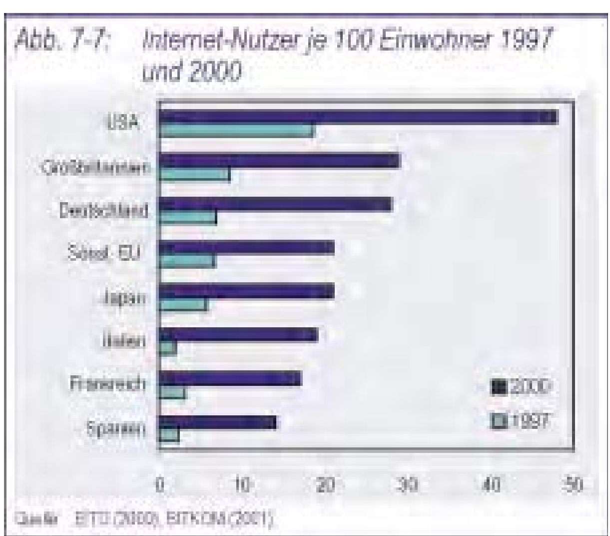


Abb. 7-7: Internet-Nutzer je 100 Einwohner 1997 und 2000

der Zunahme in den USA oder in Großbritannien. Der starke Preisrückgang von ca. 32 % im Jahr 2000 hat das Internet für viele kleine Unternehmen und die privaten Haushalte deutlich attraktiver gemacht und dürfte eine wichtiger Grund für diesen Anstieg sein. Allerdings besteht wie bei den bereits angesprochenen Indikatoren ein deutlicher, mehrjähriger Rückstand zur Verbreitung der Internet-Nutzung in den USA oder auch zu den in Europa führenden nordischen Ländern.[79] Die gesunkenen Preise für die Nutzung des Internets dürften auch maßgeblich zu der steigenden Intensität der Internet-Nutzung beigetragen haben, die im letzten Jahr festgestellt werden konnte. Mit der Aufkündigung des Flatrate-Angebots durch den führenden deutschen Internet-Provider T-Online dürfte sich die Zunahme sowohl der Nutzungsintensität als auch der Anzahl der Nutzer im laufenden Jahr verlangsamen. Denn die als Alternative zu den bisherigen schmalbandigen Flatrates angebotenen DSL-Flatrates werden in den nächsten Monaten keinen gangbaren Weg darstellen, da die notwendigen technischen Investitionen nur mit vergleichsweise geringem Tempo wachsen werden. Auch Alternativen wie Powerline („Internet aus der Steckdose“) oder die Nutzung der TV-Kabel sind noch nicht auf breiter Basis verfügbar. Solange diese technischen Alternativen nicht zu zusätzlichem Wettbewerb auf der „letzten Meile“ führen, dürfte sich an der aktuellen Preisgestaltung nichts Entscheidendes ändern. Diese Entwicklung ist nicht ohne Sorge zu betrachten. Denn die über lange Zeit in den Neunzigerjahre im internationalen Vergleich hohen Online-Nutzungskosten waren und sind auch heute noch ein Hauptgrund für die im Vergleich zu den USA und den nordischen Ländern noch geringe Nutzung des Internets.[80]

Zudem bietet die Größe des Online-Marktes in Deutschland hohe Anreize für neue Unternehmen und neue Geschäftsmodelle. Wie im Abschnitt 4.1.3 gezeigt, nahm die Anzahl der Unternehmensgründungen bei IT-Dienstleistungen im Jahr 1999 sprunghaft zu. Die Marktgröße bietet auch eine gute Voraussetzung für weitere Investitionen im E-commerce. Trotz der im internationalen Vergleich eher geringen Verbreitung von so genannten „Sichereren Servern“, deren Anzahl als Indikator für das bestehende Potenzial im E-Commerce angesehen wird, verfügt Deutschland – in absoluten Zahlen – nach den USA und Großbritannien über die meisten dieser für E-Commerce geeigneten Internet-Computer (vgl. Abb. 7-8). Allerdings sind die USA in einer im internationalen Vergleich überragenden Startposition für die breite Anwendung von E-Commerce.

7.4 Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in Deutschland

Der Einsatz von dezentraler Informationstechnik hat in Deutschland in den letzten Jahren enorm zugenommen. Komplementäre Innovationen in der Hard- und Software haben dazu geführt, dass der PC heute aus dem Büroalltag nicht mehr wegzudenken ist. Führend in der Durchdringung der Arbeitsabläufe mit Informationstechnik sind

[79] Die Aussage zu den nordischen Ländern bezieht sich auf das Jahr 1999. Für 2000 liegen zur Zahl der Internetnutzer noch keine Daten vor. Allerdings lagen Schweden und Finnland bereits 1999 höher als Deutschland 2000.

[80] Internationale Preisvergleiche zur Internet-Nutzung werden regelmäßig von der OECD vorgelegt (siehe http://www.oecd.org/dsti/sti/it/cm/stats).



Abb. 7-8: Weltweite Verteilung der Anzahl der „Sicheren Server“ 2000

weite Teile des Dienstleistungsbereichs. Die Finanzdienstleistungen und die technischen Dienstleistungen gehörten gemeinsam mit den Informations- und Kommunikationsdienstleistern zu den Branchen, die in den Neunzigerjahren die höchsten Investitionen in Informationstechnik getätigt haben (vgl. Abb. 7-9). In diesen drei Branchen gibt es inzwischen ebenso viele PCs wie Beschäftigte.

Der strukturelle Wandel zur Dienstleistungsgesellschaft führt damit zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Durchdringung der Wirtschaft mit Informationstechnik. Informationstechnik eröffnet für diese Branchen neue und verbesserte Dienstleistungsangebote und gleichzeitig auch die Möglichkeit, die Geschäftsprozesse neu zu gestalten. Gleichzeitig knüpft aber die Erklärung bislang nur gering ausgeprägter Produktivitätssteigerungen durch den Einsatz von IKT an dieser Branchenstruktur der Investitionen in IKT an. Denn die Verbesserungen der Produkte der IT-intensivsten Branchen (insbesondere der Finanzdienstleister) schlägt sich in schwer messbaren Erhöhungen des Outputs nieder. Viele Beobachter sahen deshalb in der sektoralen Struktur der IKT-Investitionen und in der unzureichenden Erfassung der Dienstleistungsqualität einen wesentlichen Erklärungsbeitrag der über lange Zeit ausbleibenden, ökonomisch zählbaren Effekte von Informationstechnik (vgl. OECD 2001, Triplett 1999). Die in Abb. 7-9 dargestellte Branchenstruktur der IT-Intensität entspricht im Wesentlichen der sektoralen Struktur der Investitionen in Informationstechnik, die in den IT-intensivsten Ländern zu beobachten ist. In nahezu allen Ländern gehören dabei die Finanzdienstleistungen zu den IT-intensivsten Anwenderbranchen. (Gleichzeitig zeigen sich in der Arbeitsnachfrage der Finanzdienstleistungen auch am deutlichsten die Beschäftigungseffekte des zunehmenden Einsatzes von Informationstechnik.) Informationstechnik ermöglicht eine neue Gestaltung der Geschäftsprozesse und infolgedessen verschiebt sich die Arbeitskräftenachfrage zugunsten der Höherqualifizierten (vgl. Abschnitt 8.2).

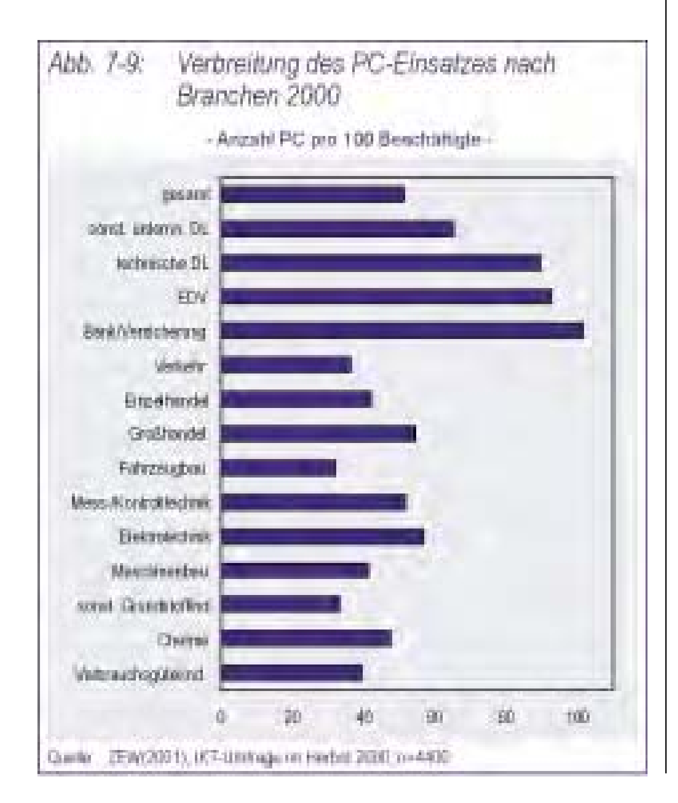


Abb. 7-9: Verbreitung des PC-Einsatzes nach Branchen 2000

Der Einsatz des Internet befindet sich auch in den Betrieben auf breiter Basis im Vormarsch. Im Jahr 2000 verfügte die überwiegende Mehrheit aller Unternehmen über einen Internet-Zugang (vgl. Abb. 7-10).

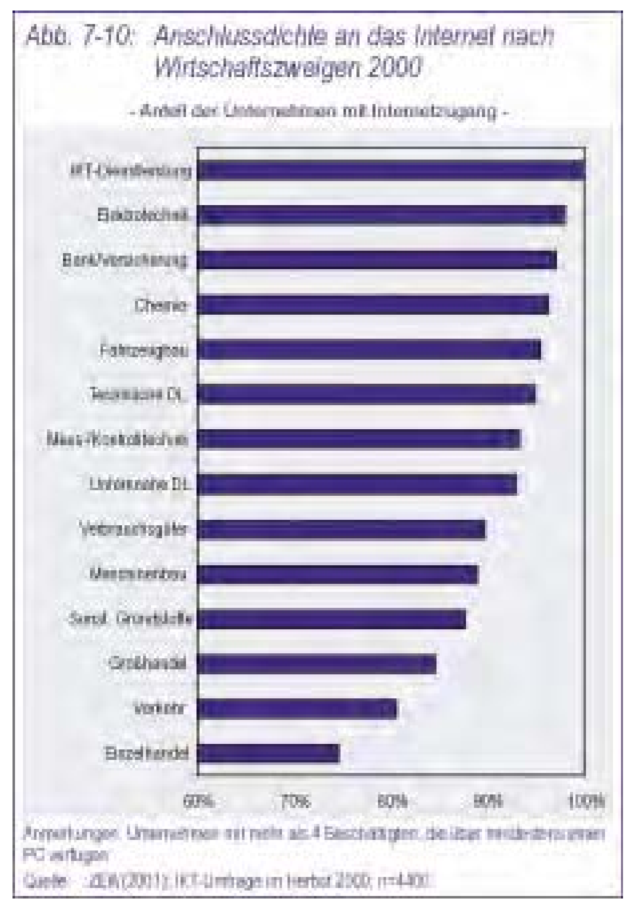
Allerdings besitzt jeweils nur eine Minderheit der Beschäftigten in den Unternehmen die Möglichkeit der Internet-Nutzung (vgl. Abb. 7-11). Lediglich in den technischen Dienstleistungen und bei IKT-Dienstleistern[81] ist die Mehrzahl der Arbeitsplätze mit einem Internet-Zugang ausgestattet. Lange Zeit war der Zugang zum Internet durch eine starke Unternehmensgrößenabhängigkeit geprägt. So kommt eine jüngere BMWI-Studie (vgl. Empirica 2000), mit Referenz auf das Jahr 1999, noch zu dem Schluss, dass das Internet bei kleinen Unternehmen deutlich weniger verbreitet ist als bei großen. Dies lässt sich mit Blick auf das Jahr 2000 nicht mehr erkennen. Kleine Unternehmen setzen häufig sogar intensiver als große Unternehmen Informationstechnik ein und auch der Rückstand in der Internetanschlusshäufigkeit ist weitgehend aufgeholt. Die zunehmenden Anschlussraten an das Internet in den Jahren 1999 und 2000 waren damit stark auf die zunehmende Vernetzung der kleinen und mittleren Unternehmen zurückzuführen. Gerade für diese Unternehmensgruppe waren die sich im Jahr 2000 allmählich etablierenden Flatrate-Angebote attraktiv. Der nur allmähliche Ausbau von DSL und die zu Beginn des Jahres 2001 mögliche Umkehr in der Entwicklung von kostengünstigen Dauerzugängen ins Internet wird möglichweise nicht nur die Internet-Nutzung in den Haushalten, sondern auch in den kleinen Unternehmen tangieren.

Die Art der Nutzung des Internets in den deutschen Unternehmen lässt erkennen, dass bei der Umgestaltung der Geschäftsprozesse noch ein erhebliches Potenzial besteht

[81] Gerade bei den IKT-Dienstleistern lassen sich im Hinblick auf die Verbreitung des Internet-Zugangs starke Unterschiede beobachten. Während bei den kleinen IKT-Dienstleistern die Ausstattung der Arbeitsplätze mit Internet die Regel ist, verfügt bei den großen KT-Providern die Mehrheit der Beschäftigten nicht über einen Zugang zum Internet.

Abb. 7-10: Anschlussdichte an das Internet nach Wirtschaftszweigen 2000

- Anteil der Unternehmen mit Internetzugang -

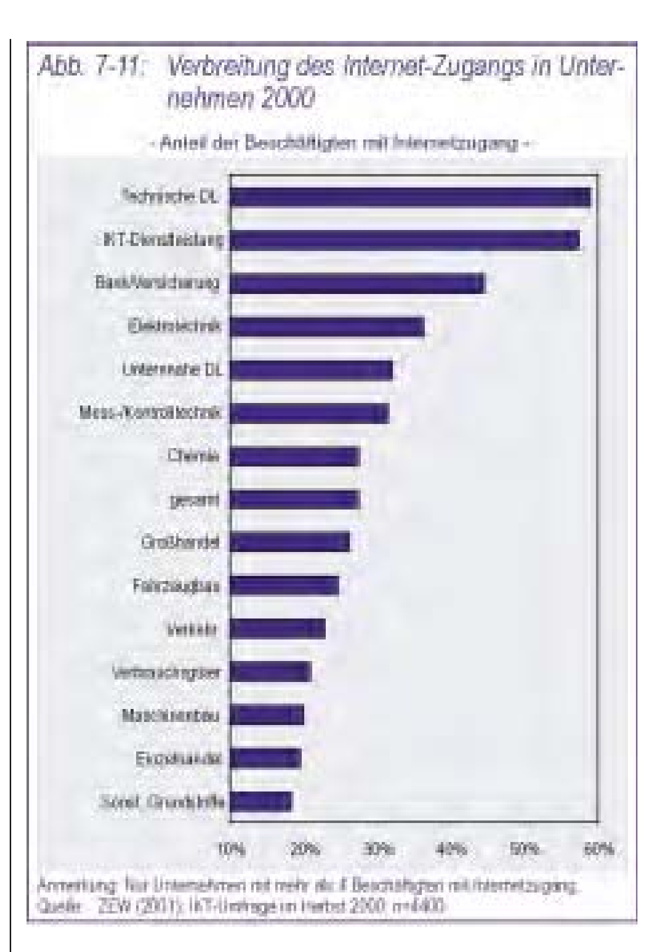


Anmerkungen: Unternehmen mit mehr als 4 Beschäftigten, die über mindestens einen PC verfügen

Quelle: ZEW (2001); IKT-Umfrage im Herbst 2000; n=4400

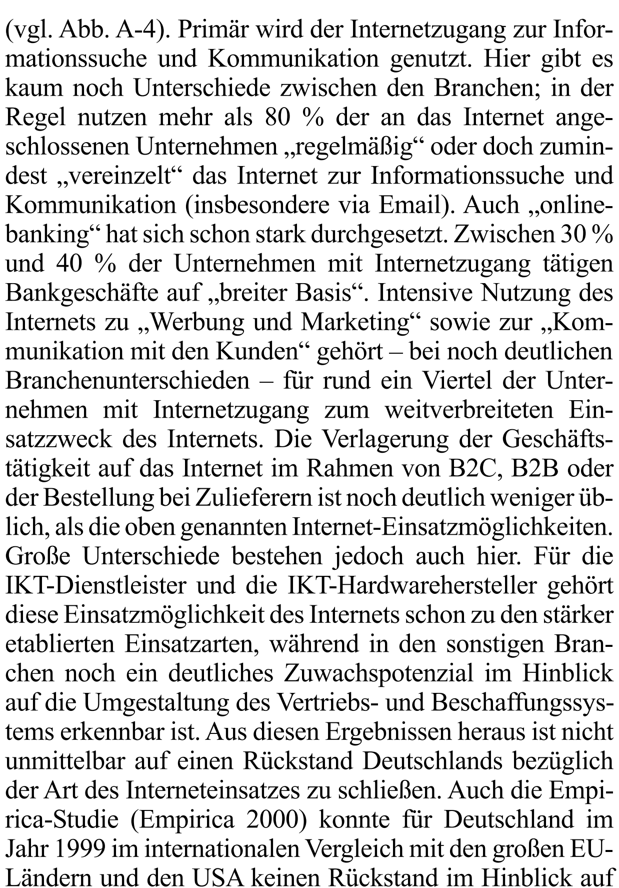
Abb. 7-11: Verbreitung des Internet-Zugangs in Unternehmen 2000

- Anteil der Beschäftigten mit Internetzugang -



Anmerkung: Nur Unternehmen mit mehr als 4 Beschäftigten mit Internetzugang.

Quelle: ZEW (2001); IKT-Umfrage im Herbst 2000; n=4400



(vgl. Abb. A-4). Primär wird der Internetzugang zur Informationssuche und Kommunikation genutzt. Hier gibt es kaum noch Unterschiede zwischen den Branchen; in der Regel nutzen mehr als 80 % der an das Internet angeschlossenen Unternehmen „regelmäßig“ oder doch zumindest „vereinzelt“ das Internet zur Informationssuche und Kommunikation (insbesondere via Email). Auch „onlinebanking“ hat sich schon stark durchgesetzt. Zwischen 30 % und 40 % der Unternehmen mit Internetzugang tätigen Bankgeschäfte auf „breiter Basis“. Intensive Nutzung des Internets zu „Werbung und Marketing“ sowie zur „Kommunikation mit den Kunden“ gehört – bei noch deutlichen Branchenunterschieden – für rund ein Viertel der Unternehmen mit Internetzugang zum weitverbreiteten Einsatzzweck des Internets. Die Verlagerung der Geschäftstätigkeit auf das Internet im Rahmen von B2C, B2B oder der Bestellung bei Zulieferern ist noch deutlich weniger üblich, als die oben genannten Internet-Einsatzmöglichkeiten. Große Unterschiede bestehen jedoch auch hier. Für die IKT-Dienstleister und die IKT-Hardwarehersteller gehört diese Einsatzmöglichkeit des Internets schon zu den stärker etablierten Einsatzarten, während in den sonstigen Branchen noch ein deutliches Zuwachspotenzial im Hinblick auf die Umgestaltung des Vertriebs- und Beschaffungssystems erkennbar ist. Aus diesen Ergebnissen heraus ist nicht unmittelbar auf einen Rückstand Deutschlands bezüglich der Art des Interneteinsatzes zu schließen. Auch die Empirica-Studie (Empirica 2000) konnte für Deutschland im Jahr 1999 im internationalen Vergleich mit den großen EU-Ländern und den USA keinen Rückstand im Hinblick auf die Umgestaltung der Geschäftsprozesse an der Schnittstelle zu Kunden und Zulieferern feststellen.

Hemmnisse für die weitere Verbreitung von Informationstechnik in den Unternehmen

Im Jahre 2000 konnte lediglich ein Viertel der Unternehmen seine Planungen für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien nicht vollständig realisieren. Dabei ragt als Hemmnis für die weitere Intensivierung des Einsatzes von IKT das Fehlen von Mitarbeitern im Unternehmen mit den notwendigen Qualifikationen heraus. In der augenblicklichen Arbeitsmarktsituation bei IKT-Fachkräften sind für die Unternehmen die Beschaffung der benötigten Qualifikationen am externen Arbeitsmarkt das wichtigste Hindernis auf dem Weg zur stärkeren Integration in die Informationsgesellschaft. Die Notwendigkeit der Verbindung von branchenspezifischem und IKT-Anwendungswissen wird insbesondere auch daran deutlich, dass insbesondere die Anwenderbranchen sich stärker durch ein „Fehlen der Qualifikation des vorhandenen Personals“ betroffen sehen als die eigentlichen IKT-produzierenden Branchen. Dies verdeutlicht den zunehmenden Querschnittscharakter von IKT-Anwendungswissen, der stärker in der Ausbildung verankert werden muss. „Hohe Investitions- und Betriebskosten“, „fehlende Finanzierungsmöglichkeiten“, „technische Probleme“, „Widerstände im Unternehmen“ oder „fehlende rechtliche Rahmenbedingungen“ werden nur von wenigen Unternehmen als eine wirkliche Barriere

für die weitere Intensivierung des IKT-Einsatzes angesehen. Im Allgemeinen gilt dabei, dass die Unternehmen der IKT-produzierenden Branchen deutlich weniger Hindernisse für Ausweitung des IKT-Einsatzes sehen als die Unternehmen in den Anwenderbranchen. Eine Ausnahme bilden die Handelsunternehmen, die insbesondere im Hinblick auf die Ausweitung von E-commerce noch einen Regulierungsbedarf und ein Potenzial zur Verbesserung des rechtlichen Rahmens sehen.[82] Allerdings lassen die hier bereits eingeleiteten rechtlichen Reformen erwarten, dass den diesen Vorbehalten aufseiten der (potenziellen) E-Commerce-Anbieter inzwischen Rechnung getragen wurde.

7.5 Fazit

Die Informations- und Kommunikationstechniken haben sich weltweit zu einer treibenden Kraft des Wachstums entwickelt. Auch in Deutschland hat die Ausweitung der IKT-Investitionen in den Neunzigerjahren das Wachstum in zunehmendem Maß stimuliert. Andererseits lässt sich aber beobachten, dass trotz der Intensivierung der Investitionstätigkeit in die Informations- und Kommunikationstechnik in den letzten beiden Jahren Deutschland im Vergleich zu den USA und den in Europa führenden nordischen Ländern noch deutliche Rückstände aufweist. Im Hinblick auf die Anschlussdichte auch der kleinen und mittleren Unternehmen an das Internet wurden deutliche Fortschritte erzielt. Selbst die kleinen Unternehmen verfügen in ihrer Mehrzahl inzwischen über einen Internetzugang. Allerdings bleiben die Möglichkeiten, die das Internet bietet, noch weitgehend ungenutzt. Weit verbreitet ist nur die Nutzung zur Informationssuche und als Kommunikationsinstrument sowie – bereits mit deutlichen Abstrichen – für Electronic Banking.

Die hier geschilderte Entwicklung sollte aber nicht ausschließlich als das Ergebnis technologischer Innovationen interpretiert werden. Ohne die Deregulierungsschritte in der Telekommunikation wäre der Preisverfall und damit die Ausbreitung der Nutzung von Telekommunikationsgütern und des Internet bei weitem nicht mit der gleichen Geschwindigkeit verlaufen. Eine konsequente Fortsetzung der bisherigen Deregulierungsschritte vor allem im Ortsnetzbereich kann der weiteren Verbreitung des Internets in Deutschland neue Impulse geben. In den letzten Jahren wurden vielfältige die Innovations- und Bildungspolitischer Maßnahmen in Angriff genommen, um die Nutzung der Möglichkeiten von IKT zu befördern. Die in den letzten beiden Jahren zu beobachtende Nutzungszunahme von IKT in Deutschland sollte zum Anlass genommen werden, die Ziele ehrgeiziger zu formulieren.

Selbst wenn die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts in der IKT-produzierenden Industrie nachlässt, ist nicht zu erwarten, dass damit die Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologie für die weitere wirtschaftliche Entwicklung nachlässt. Denn vielfach sind die technologischen Möglichkeiten in der Anwendung nicht vollzogen. Die Änderungen in den Geschäftsabläufen der Unternehmen, die Veränderungen in den Kommunikationsmöglichkeiten und den Transaktionswegen stehen erst am Anfang. Organisatorische Änderungen sind aber ein wesentliches Element die das durch neue Technologien geschaffene Potenzial ausnutzen. Auch hier steht Deutschland erst am Anfang der Entwicklung.

8. Der Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte in Deutschland

8.1 Allgemeine Entwicklungen

Weltweit und auch in der deutschen Wirtschaft finden seit einigen Jahren markante Strukturwandlungsprozesse statt (vgl. Kapitel 4). Sowohl im industriellen Bereich als auch in den Dienstleistungsbranchen sind zwei parallel laufende Trends besonders ausgeprägt:

– Innerhalb der beiden Sektoren verschieben sich die Beschäftigungs- und insbesondere auch die Wertschöpfungsgewichte hin zu den eher wissensintensiv (im Sinne von „Akademiker“-intensiv) produzierenden Branchen.

– Die Wissensintensität von Branchen, die mit überdurchschnittlich hohen Anteilen von Hochqualifizierten produzieren, nimmt zudem noch überdurchschnittlich zu.

Neben dieser intrasektoralen Gewichtsverlagerung hin zu Bereichen mit immer höherem Bedarf an Akademikern bzw. Hochqualifizierten ist noch ein Strukturwandel zwischen den Sektoren zu identifizieren: Der akademikerintensivere Dienstleistungssektor (1990: 6,4 % Akademikeranteil an der Beschäftigung; 1998: 8,2 %) gewinnt an relativer Bedeutung gegenüber dem Industriesektor (1990: 4,5 % Akademikeranteil; 1998: 6,1 %) mit seiner hohen Fertigungsintensität. Schon 1990 überstieg in den alten Bundesländern die Anzahl der in den Dienstleistungsbranchen beschäftigten Hochschulabsolventen die der im produzierenden Gewerbe angestellten um rund 145 000. Diese Differenz stieg bis zum Jahr 1998 auf ca. 370 000 Akademiker.

Die Gesamtwirkung all dieser Effekte geht in Richtung eines zunehmenden Einsatzes und zunehmenden Bedarfs

[82] Diese Aussagen beruhen auf einer Umfrage bei einer repräsentativen Auswahl von 4 400 Unternehmen, die das ZEW im Herbst 2000 durchgeführt hat.

von Hochqualifizierten in der Wirtschaft. Für den Bereich des produzierenden Gewerbes und für den gewerblichen Dienstleistungssektor sind jeweils die Verläufe der Gesamtbeschäftigung und der Beschäftigung von Hochschulabsolventen (Universitäts- und Fachhochschulabschluss) in Abb. 8-1 für die ABL und in Abb. 8-2 für Gesamtdeutschland als Indexreihen dargestellt.

Während in den Neunzigerjahren in den ABL im produzierenden Gewerbe die Beschäftigung insgesamt um rund 15 % zurückging, stieg die Zahl der in diesem Bereich Beschäftigten mit Hochschulabschluss um ca. 14 % (um 66 000 Beschäftigte) an. In den westdeutschen Dienstleistungsbranchen stieg die Gesamtzahl der Beschäftigten von 1990 bis 1998 um etwa 14 %, die Arbeitsplätze für



Abb. 8-1: Entwicklung von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt und mit Hochschulabschluss 1985-1998 in den ABL

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Fachserie 1, Reihe 4.2.1, Berechnungen des ZEW

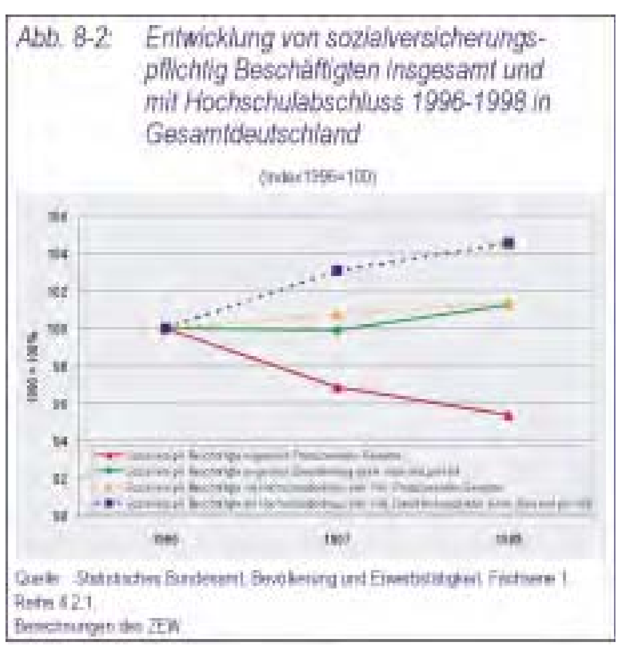


Abb. 8-2: Entwicklung von sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt und mit Hochschulabschluss 1996-1998 in Gesamtdeutschland

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Fachserie 1, Reihe 4.2.1, Berechnungen des ZEW

Hochschulabsolventen nahmen sogar um nahezu 48 % (um 292 000 Akademiker) zu. Der Trend zur Produktion von Gütern und Dienstleistungen mit immer hoch qualifizierterer Beschäftigung scheint auch gegenwärtig ungebrochen. Es ist damit zu rechnen, dass der Bedarf der Unternehmen an akademischen Qualifikationen auch in den nächsten Jahren weiter ansteigen wird.

8.2 Zum gegenwärtigen und zukünftigen Bedarf der Wirtschaft

Der tatsächliche gegenwärtige Bedarf der deutschen Wirtschaft an Hochqualifizierten, an Hochschulabsolventen, lässt sich nicht präzise identifizieren. Es ist nicht eindeutig zu klären, ob der gegenwärtige Bestand an hoch qualifizierter Beschäftigung in einigen Branchen oder in Gänze bereits durch ein zu knappes Angebot restringiert ist. Noch schwerer fällt es, den zukünftigen Bedarf zu prognostizieren, da heute weder die zukünftig benötigten Qualifikationen, noch der Umfang der durch die informationstechnologische Revolution induzierten weiteren Struktur- und Organisationsveränderungen in der Wirtschaft mit einigermaßen befriedigender Sicherheit abzusehen sind.

Um überhaupt Vermutungen über den diesbezüglichen Bedarf der Unternehmen anstellen zu können, muss auf Untersuchungen bestimmter Branchen, bestimmter Technologiefelder, oder bestimmter inhaltlicher Qualifikationen zurückgegriffen werden. Sie erlauben zumindest vorsichtige Vermutungen über eventuelle Engpässe und mögliche Angebotsknappheiten. Hierbei sind im Prinzip alle jene Fachrichtungen interessant, deren Absolventen in besonderem Maße in der Forschung und der Entwicklung von Unternehmen beschäftigt werden. Diese Fachrichtungen sind im Bereich der Naturwissenschaften insbesondere die Chemie und die Informatik und aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften insbesondere der Maschinenbau und die Elektronik, aber auch die sonstigen Ingenieurwissenschaften (die größtenteils durch das Bauingenieurwesen geprägt sind). Hierbei kommt wegen ihrer Querschnittsfunktion den informationstechnischen Studiengängen eine ganz besondere Bedeutung zu.

Nach den Analysen des ZEW im Rahmen der Innovationserhebungen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor ist im Fachkräftemangel ein gewichtiges Innovationshemmnis zu sehen, dessen Bedeutung im Zeitablauf deutlich zunimmt.

Fachkräftemangel nimmt zu

Für den Drei-Jahres-Zeitraum 1996 bis 1998 hat der Mangel an Fachpersonal bei rund 16 % der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes (das sind etwa 10 000 Unternehmen) die Innovationsaktivitäten beeinträchtigt.[83] Weitere 6 000 Industrieunternehmen konnten aus diesem Grund geplante Innovationsprojekte erst gar nicht begin-

[83] Der Personalmangel hat damit inzwischen als Innovationshemmnis etwa die gleiche Bedeutung wie der Mangel an Finanzierungsquellen.

nen. Das sind doppelt so viele Unternehmen wie im Zeitraum 1993 bis 1996. Die industriellen Branchen, die am meisten unter dem Fachkräftemangel leiden, sind die Medizintechnik, der Fahrzeugbau, die Elektrotechnik sowie der Maschinenbau. Diese Wirtschaftszweige weisen typischerweise einen großen Anteil an hoch qualifizierten Beschäftigten auf, darunter zumeist speziell ausgebildete Ingenieure. In diesen Wirtschaftszweigen hat sich die Bedeutung des Innovationshemmnisses Personalmangel zudem noch überdurchschnittlich erhöht. Nimmt der Anteil der betroffenen Unternehmen im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes zwischen den Zeiträumen 1994 bis 1996 und 1996 bis 1998 um 6 Prozentpunkte zu, so steigt er in diesen Branchen um 10 bis 25 Prozentpunkte.

Von den Dienstleistungsunternehmen waren im Zeitraum 1996 bis 1998 etwa 15 Prozent (rund 50 000 Unternehmen) durch den Mangel an Fachpersonal in ihren Innovationsaktivitäten beeinträchtigt[84]. Eigentlich geplante Projekte konnten in weiteren rund 25 000 Unternehmen wegen dieses Hemmnisses gar nicht begonnen werden. Besonders betroffene Dienstleistungsbereiche sind EDV/Telekommunikation, technische Dienstleistungen und Beratungsdienstleistungen. In den beiden letztgenannten Branchen kann jedes zehnte Unternehmen wegen Fachpersonalmangel Innovationsprojekte zum Teil gar nicht beginnen. Gegenüber dem Zeitraum 1994 bis 1996 hat sich dieser Anteil verdoppelt. War der Fachkräftemangel für die EDV/Telekommunikationsbranche mit einem Anteil von 30 % überhaupt betroffener Unternehmen auch im Zeitraum 1994 bis 1996 schon so bedeutsam wie 1996 bis 1998, so hat er bei den technischen Dienstleistern mit 9 Prozentpunkten und bei den Beratungsdienstleistungen mit 5 Prozentpunkten deutlich überdurchschnittlich zugenommen (durchschnittliche Zunahme im Dienstleistungssektor: 2 Prozentpunkte).

FuE-intensive Branchen sind besonders betroffen

Auswertungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) auf der Basis der Befragungen zum IAB-Betriebspanel 2000 zeigen, dass die Gesamtheit der Industrie- und Dienstleistungsbranchen von einer Knappheit an akademisch ausgebildetem Personal betroffen sind. Nach den Berechnungen des IAB konnten von den im ersten Halbjahr 2000 offenen Stellen für Akademiker im produzierenden Gewerbe insgesamt ein reichliches Viertel nicht besetzt werden. Von den Stellen für Ingenieure, Informatiker und Mathematiker war sogar ein Drittel nicht zu besetzen.

Im Dienstleistungsbereich erwies sich ein knappes Viertel der Akademikerstellen als nicht zu besetzen, von den von Dienstleistungsunternehmen gesuchten Ingenieuren, Informatikern und Mathematikern konnten knapp 40 % nicht eingestellt werden. Für die innovativeren Branchen des Verarbeitenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors stellt sich die Situation noch prekärer dar. Im FuE-intensiven Bereich des Verarbeitenden Gewerbes blieben im ersten Halbjahr 2000 ein Drittel aller offenen Akademikerstellen unbesetzt (Ingenieure, Informatiker, Mathematiker: knapp 40 %), in den FuE-intensiven Dienstleistungsbranchen erwies sich bei den Stellen für Ingenieure, Informatiker und Mathematiker sogar jede zweite als unbesetzbar (Akademiker insgesamt: 31 %).

Zusätzlichen Bedarf an Hochschulabsolventen sehen die Unternehmen des Produzierenden Gewerbes nach den genannten Analysen des IAB vornehmlich für den Bereich[85] der Forschung und Entwicklung (40 % der Betriebe), der Informationstechnik und Datenverarbeitung (28 %) und für Service, Kundenbetreuung, Marketing und Marktforschung sowie Produktion und Leistungserstellung (jeweils 25 %). Für die FuE-intensiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ist die Reihenfolge identisch, nur die Produktion und Leistungserstellung spielt eine deutlich geringere Rolle (19 %). Die anderen Bereiche werden dafür jeweils von einem höheren Anteil der Unternehmen genannt (Forschung und Entwicklung von 43 %, Informationstechnik und Datenverarbeitung von 36 % und Service, Kundenbetreuung, Marketing sowie Marktforschung von 25 %).

Die Unternehmen des Dienstleistungssektors insgesamt haben den größten zusätzlichen Bedarf an akademisch ausgebildetem Personal im Bereich der Informationstechnik und Datenverarbeitung (31 % der Unternehmen) und bei Service, Kundenbetreuung, Marketing und Marktforschung (23 %). In den FuE-intensiven Dienstleistungsbranchen reklamieren sogar 76 % der Betriebe zusätzlichen Akademikerbedarf für die Informationstechnik und Datenverarbeitung. Der zweitwichtigste Bereich ist für diese Unternehmen die FuE mit einem Anteil von 29 % der Betriebe.

Nach den Gründen gefragt, die dazu geführt haben, dass die offenen Stellen nicht besetzt werden konnten, geben die Unternehmen je nach Branchengruppe mit Anteilen von 43 % (FuE-intensive Dienstleister) bis 71 % (FuE-intensives Verarbeitendes Gewerbe) an, dass es „keine Bewerber“ gab. Nur bei den FuE-intensiven Dienstleistungsbranchen war: „Es gab keine Bewerber“, nicht der mit weitem Abstand wichtigste Grund für das nicht Besetzen von Stellen. Diese Unternehmen nannten zu fast 60 % „zu hohe Einkommenserwartungen“ als wichtigstes Einstellungshindernis. Wie im vorstehenden Abschnitt dargelegt liegt für dieses Segment der Unternehmenspopulation der Hauptbedarf an zusätzlichen Akademikern im Bereich Informationstechnik und Datenverarbeitung. Es ist zu vermuten, dass die hier besonders greifenden Einkommenserwartungen der Bewerber bereits Ausdruck der übermäßigen Knappheit für diese Qualifikationen sind.

Der Mangel an IKT-Fachkräften trifft alle Branchen

Auch in der öffentlich geführten Debatte um den „Fachkräftemangel“ kommt den Fachkräften der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT-Fachkräften)

[84] Im Dienstleistungsbereich hat der Fachkräftemangel inzwischen eine größere Bedeutung als Innovationshemmnis als der Mangel an Finanzierungsquellen. Das heißt, dass Projekte, deren Finanzierung sichergestellt ist unter Umständen am Fachkräftemangel scheitern.

[85] Gefragt wurde nach den betrieblichen Organisationseinheiten.

eine besondere Rolle zu. Die Besonderheit dieser Qualifikationen liegt darin, dass eine Knappheit von IKT-Fachkräften nicht nur einen Sektor – hier eben die Branchen der Informations- und Kommunikationstechnologien – restringiert, sondern im Prinzip die gesamte Wirtschaft, die auf die Nutzung und Anwendung von Informationstechnologien bei der Produktion oder der Erstellung von Dienstleistungen angewiesen ist. Die Knappheit anderer Fachkräfte wie beispielsweise Chemiker oder Elektroingenieure wirkt sich dagegen vornehmlich auf die jeweiligen Branchen aus.

Nach einer aktuellen ZEW-Studie hatten mehr als 6 % aller Unternehmen der privaten Wirtschaft in Deutschland im ersten Halbjahr des Jahres 2000 nicht zu besetzende Stellen für IKT-Fachkräfte. In der IKT-Branche[86)] selbst konnte fast jedes dritte Unternehmen, nicht wie eigentlich geplant, neue IKT-Stellen besetzen. Neben der IKT-Branche selbst sind vor allem Unternehmen aus der Branche Banken und Versicherungen betroffen. Hier konnte nahezu jedes vierte Unternehmen nicht wie beabsichtigt IKT-Stellen besetzen.

Das Ausmaß des Mangels an IKT-Spezialisten für die Unternehmen kann durch die über den existierenden Bestand hinausgehende, eigentlich gewünschte Ausweitung gemessen werden[87)]. Durch die Befragung im Rahmen der ZEW-Studie werden nur die Stellen erfasst, welche die Unternehmen extern über den Arbeitsmarkt zu besetzen versuchen. Sollten sie wegen der inzwischen umfassend diskutierten Knappheit derartiger Fachkräfte intern ausbilden oder rekrutieren, dann schlägt sich dies nicht in den Angaben wieder. Insofern ist das hier dokumentierte Ausmaß des Mangels als eine Untergrenze zu interpretieren. Die deutsche Wirtschaft insgesamt würde den Bestand an IKT-Fachkräften um 6,4 % ausweiten, wenn sie denn verfügbar wären. Zwischen den einzelnen Branchen differiert das Ausmaß des IKT-Fachkräftemangels erheblich (vgl. Abb. 8-3).

Am stärksten betroffen vom IKT-Fachkräftemangel sind die Banken und Versicherungen. Sie würden über 13 % mehr IKT-Spezialisten beschäftigen. Auch der Großhandel, die technischen Dienstleister und die sonstigen unternehmensnahen Dienstleister haben mit zwischen 8 und 9 % liegenden Anteilen von nicht besetzbaren IKT-Stellen überdurchschnittliche Defizite zu verzeichnen. Aber auch

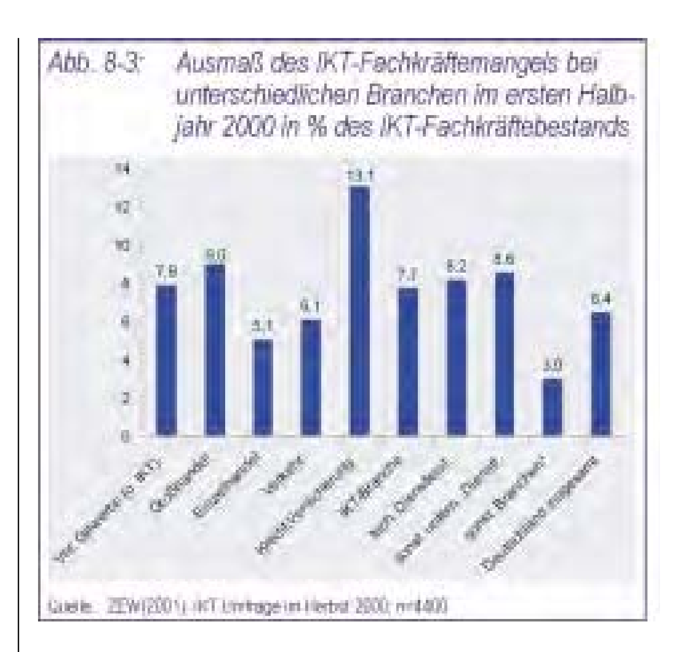


Abb. 8-3: Ausmaß des IKT-Fachkräftemangels bei unterschiedlichen Branchen im ersten Halbjahr 2000 in % des IKT-Fachkräftebestands

im Verarbeitenden Gewerbe (ohne IKT-Branche) und bei der IKT-Branche selbst ist, mit Anteilen von jeweils knapp unter 8 %, ein nicht unbedeutender Anteil von Stellen für IKT-Fachkräfte nicht zu besetzen. Die Knappheit trifft Unternehmen unterschiedlicher (Beschäftigten-) Größenklassen in differierender Art und Weise. Für nahezu alle Branchen gilt: Je kleiner die Unternehmen, desto stärker bekommen sie den Fachkräftemangel zu spüren.

Insgesamt konnten in Deutschland im ersten Halbjahr 2000 (hochgerechnet) rund 93 000 Stellen für IKT-Fachkräfte nicht wie gewünscht besetzt werden. 34 000 der nicht zu besetzenden Stellen entfallen auf die dem IKT-Bereich zugerechneten Branchen, 16 000 auf die Branchen der technischen und sonstigen unternehmensbezogenen Dienstleister, 13 000 auf das Verarbeitende Gewerbe (ohne IKT-Hardware), rund 11 000 auf den Handel und 7 000 auf den Verkehrsbereich.

Unter den Begriff „IKT-Fachkräfte“ fallen nicht nur Hochschulabsolventen, sondern auch Fachkräfte mit anderen Ausbildungen. Allerdings ist der Bedarf an Akademikern besonders groß. Auf die gesamte Wirtschaft bezogen sind, über die Branchen relativ gleich verteilt, mehr als 80 % der nicht zu besetzenden IKT-Stellen für Personen mit Hochschulabschluss vorgesehen. In der IKT-Branche selbst werden sogar für nahezu 90 % der nicht besetzten Stellen Akademiker gesucht. Diese Relationen unterstreichen, dass gerade zur Minderung des Fachkräftemangels in dem wichtigen Querschnittsbereich der Informations- und Kommunikationstechnologien der akademischen Ausbildung eine besondere Rolle zukommt. Hierbei werden allerdings nicht notwendiger Weise nur Hochschulabsolventen aus den Bereichen der Informationswissenschaften gesucht. Die hier gemachten Angaben schließen die Suche nach Spezialisten im Bereich IKT mit anderen Hochschulabschlüssen durchaus ein.

Von den im ersten Halbjahr 2000 nicht zu besetzenden Stellen sind rund 80 % auf einen echten Neubedarf der Unternehmen zurückzuführen und nicht auf einen Ersatz-

86) IKT-Branche: Herstellung von: Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten; elektronischen Bauelementen, nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen; Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten; Mess-, Kontroll-, Navigations- und sonstigen Instrumenten und Vorrichtungen, industriellen Prozesssteuerungsanlagen (WZ93: 300, 313, 321, 322, 323, 332, 333). Großhandel mit Büromaschinen und Software, Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten und Zubehör; Einzelhandel mit Rundfunkgeräten, Fernsehgeräten und phonotechnischen Geräten und Zubehör, feinmechanischen, Foto- und optischen Erzeugnissen, Computern und Software, Vermietung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen (WZ93: 51433, 51641, 52452, 52484) Ferner: Fernmeldedienste, Datenverarbeitung und Datenbanken (WZ93: 133, 6427, 72).

87) Hier definiert als der Anteil der nicht zu besetzenden Stellen für IKT-Fachkräfte bezogen auf den Bestand solcher Fachkräfte in Prozent.

bedarf. Besonders hohe Neubedarfsanteile sind bei den technischen Dienstleistern, bei den sonstigen unternehmensnahen Dienstleistern und in der IKT-Branche zu verzeichnen (vgl. Abb. 8-4).

In allen Branchen und insbesondere in der IKT-Branche gehen die Unternehmen von einer weiteren deutlichen Zunahme ihres Bedarfs an IKT-Fachkräften bis zum Ende des Jahres 2002 aus. Werden die Bedarfsprognosen der Unternehmen[88] zugrunde gelegt, dann beträgt der zusätzliche Bedarf insgesamt etwa 340 000 Fachkräfte, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 11 % entsprechen würde und sich im Rahmen der Beschäftigungszuwächse der vergangenen Jahre in diesem Bereich bewegt (vgl. Tab. A-2). Die Unternehmen erwarten, dass ein Großteil des wachsenden Bedarfs auf Hochschulabsolventen entfällt. Bis Ende 2002 ist auf Basis dieser Umfrage insgesamt von einem Zusatzbedarf an akademisch ausgebildeten IKT-Fachkräften von gut 200 000 auszugehen.

8.3 Das gegenwärtige und zukünftige Angebot an Hochschulabsolventen

Eine Prognose der Absolventenzahlen in den für die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft besonders wichtigen Studiengängen erlaubt eine Abschätzung der Möglichkeiten zur inländischen Bedarfsdeckung in Deutschland unter den gegenwärtigen Bedingungen und Verhaltensweisen. Hierfür wird zunächst die Zahl der Studienanfänger in den relevanten Studiengängen dargestellt und anschließend die Entwicklung der Absolventenzahlen untersucht und für den Zeitraum bis 2005 prognostiziert.

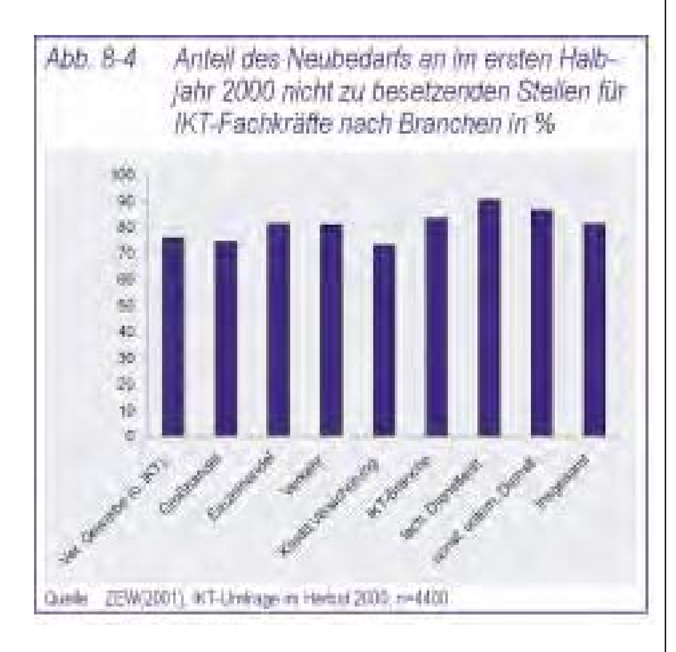


Abb. 8-4 Anteil des Neubedarfs an im ersten Halbjahr 2000 nicht zu besetzenden Stellen für IKT-Fachkräfte nach Branchen in %

Quelle: ZEW (2001), IKT-Umfrage im Herbst 2000, n=4400

Studienanfängerzahlen

Die Zahl der Studienanfänger an deutschen Fachhochschulen und Universitäten, sowohl in der Summe aller Fächer als auch in den hier besonders interessierenden Natur- und Ingenieurwissenschaften, hat in den vergangenen 25 Jahren tendenziell zugenommen (vgl. Abb. 8-5). Verantwortlich für diesen generellen Trend sind einerseits demographische Faktoren (Eintritt geburtenstarker Jahrgänge in das Studienalter), andererseits Verhaltensänderungen im Bildungsbereich (Zunahme des Anteils der Abiturenten und der Studierenden an einem Altersjahrgang), die zum Teil auf politische Weichenstellungen (Bildungsoffensive) zurückzuführen sind. Dieser Trend weist allerdings beträchtliche Schwankungen auf, die durchaus auch von den Konjunkturschwankungen beeinflusst scheinen. Neben der Arbeitsmarktnachfrage reagieren Abiturienten mit ihren Bildungs- und Berufsentscheidungen auch auf die Veränderung studienrelevanter Rahmenbedingungen.

Mitte der 80er kam es zu einem leichten und Anfang bis Mitte der 90er-Jahre zu einem deutlichen Rückgang der Studienanfängerzahlen. 1996 lag die Zahl der Studienanfänger in Gesamtdeutschland um rund 20 % unter derjenigen in Westdeutschland im Jahr 1990. Ab 1997 steigen die Anfängerzahlen wieder kräftig an.

Während die Entwicklung in den Naturwissenschaften (inklusive Mathematik und Informatik) in etwa der aller Fachrichtungen entspricht, zeigen vor allem die ingenieurwissenschaftlichen Fächer Maschinenbau und Elektrotechnik, aber auch die Chemie, stärkere Ausschläge in den Studienanfängerzahlen. 1999 liegt die Zahl der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften trotz Gebietsstandserweiterung unter dem Wert Anfang der 80er-Jahre. In der Chemie fiel die Zahl der Studienanfänger Mitte der 90er-Jahre in Gesamtdeutschland unter das Niveau von Westdeutschland Mitte der 70er-Jahre.

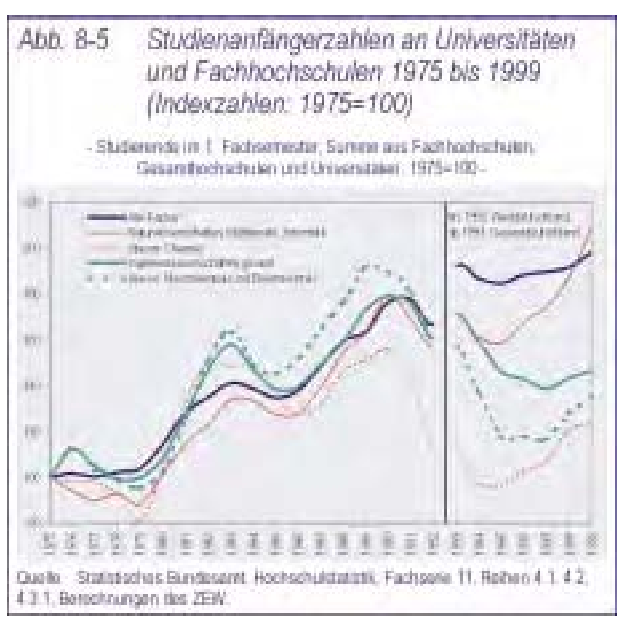


Abb. 8-5 Studienanfängerzahlen an Universitäten und Fachhochschulen 1975 bis 1999 (Indexzahlen: 1975=100)

Quelle: Statistisches Bundesamt, Hochschulstatistik, Fachserie 11, Reihen 4.1, 4.2, 4.3.1, Berechnungen des ZEW.

---

88) Zur Einschätzung der Bedarfsangaben der Unternehmen sollte beachtet werden, dass die der ZEW-Studie zugrunde liegende Befragung im Herbst 2000 stattgefunden hat. Zu dieser Zeit herrschten generell sehr optimistische Prognosen hinsichtlich der Wachstumsraten insgesamt und insbesondere in Bezug auf die IKT-Branchen.

Der Anteil der Studienanfänger, die technisch-naturwissenschaftliche Fächer belegen, lag seit 1975 bis Mitte der 90er-Jahre bei etwa 35 %, Mitte der 90er-Jahre sank er allerdings auf 30 %. Dies ist nicht auf die Berücksichtigung von Ostdeutschland ab 1993 zurückzuführen, sondern auf absolute Rückgänge bei den Anfängerzahlen sowohl in den technischen Fachrichtungen als auch in einzelnen naturwissenschaftlichen Fächern, die auch durch den starken Anstieg der Anfängerzahlen in der Informatik nicht wettgemacht werden konnten. Die Neigung der Studienzugangsberechtigten zum Studium naturwissenschaftlicher oder ingenieurwissenschaftlicher Fächer nahm in der jüngeren Vergangenheit offenbar ab. Besonders gering ist hierbei der Anteil der Studentinnen. Betrug der Anteil der Frauen an den Studienberechtigten 1998 rund 53 %, bei den Erstimmatrikulierten insgesamt rund 49 % so waren nur ca. 21 % der Erstsemester in den Ingenieurwissenschaften Studentinnen.

Absolventenzahlen/Absolventenprognose

Die Darstellung der Absolventenzahlen und die Prognose derselben für die Jahre 2000 bis 2005 erfolgt für die Fachrichtungen Chemie, Informatik, Maschinenbau und Elektrotechnik sowie die sonstigen Ingenieurwissenschaften. Die Prognose basiert auf den Zahlen der Studienanfänger in den einzelnen Fachrichtungen. Diese Angaben liegen bis zum Jahr 1999 vor.[89] Für die Prognose sind Annahmen über die Studiendauer und den Anteil der Studienabbrecher eines Anfängerjahrgangs notwendig. Diese Annahmen basieren im Wesentlichen auf den beobachtbaren Trends in den vergangenen Jahren. Die durchschnittliche Studiendauer in den betrachteten Fachrichtungen ist im Allgemeinen etwa sechs Jahre. Die Absolventenquoten (Zahl der Absolventen zur Zahl der Studienanfänger sechs Jahre zuvor) variieren zwischen den Fachrichtungen beträchtlich. Sie sind in der Chemie mit 0,3 bis 0,4 sehr niedrig, in den Ingenieurwissenschaften mit durchschnittlich 0,6 bis 0,7 verhältnismäßig hoch.

Die Entwicklung der tatsächlichen vergangenen und prognostizierten zukünftigen Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften sowie in der Informatik und der Chemie kann durch folgende Eckpunkte beschrieben werden (vgl. Abb. 8-6):

– Für die **Ingenieurwissenschaften insgesamt** ist für 2000 mit einer Zunahme der Absolventenzahlen zu rechnen, nachdem von 1996 bis 1999 die Absolventenzahlen kontinuierlich gesunken waren. Während bis 2003 die Zahl der Absolventen leicht zurückgehen wird, ist ab 2004 wieder mit einem geringfügigen Anstieg zu rechnen. Das Niveau von 1999 wird bis 2005 jedoch nicht überschritten werden.

– Im **Maschinenbau** und in der **Elektrotechnik** stiegen die Absolventenzahlen bis 1996 an. Seither gehen sie aufgrund eines Einbruchs bei den Anfängerzahlen Anfang der 90er-Jahre stark zurück. Seit 1997 steigen die Anfängerzahlen allerdings wieder. Für 2000 ist mit einem kurzfristigen Anstieg der Absolventenzahlen zu rechnen, danach mit einem Rückgang auf ein Niveau, das von den absoluten Zahlen her etwa dem Mitte der 80er-Jahre in Westdeutschland entspricht. Ab 2004 werden die Absolventenzahlen dann wieder deutlich zunehmen.

– In der **Informatik** war bis 1997 ein kontinuierlicher Anstieg der Absolventenzahlen zu verzeichnen. 1998 und 1999 gingen die Zahlen jedoch leicht zurück, was zum Teil auf eine Stagnation in den Anfängerzahlen Anfang der 90er-Jahre aber auch Erhöhung der Abbrecherquoten zurückzuführen ist. Aufgrund von sehr starken Anstiegen in den Studienanfängerzahlen in der Informatik ab 1996 und insbesondere 1998 und 1999 ist schon ab 2000 wieder von einem Anstieg der Absolventenzahlen auszugehen, was sich 2004 und 2005 dann deutlich beschleunigen wird. In diesen beiden Jahren ist mit jeweils rund 2 500 Absolventen mehr als im Jahr davor zu rechnen. Im Jahr 2005 ist – bei Annahme unveränderten Studierverhaltens – mit einer Absolventenzahl von rund 15 000 Informatikern zu rechnen.

– In der **Chemie** stiegen die Absolventenzahlen Anfang der 90er-Jahre an und erreichten Mitte der 90er-Jahre einen Höchststand von knapp 4 000 Absolventen pro Jahr. Seit 1997 gehen sie jedoch massiv zurück und haben sich in wenigen Jahren halbiert. Dieser Absturz geht auf einen entsprechend starken Rückgang in den Anfängerzahlen Anfang der 90er-Jahre zurück. Seit 1995 nehmen die Anfängerzahlen allerdings wieder zu. Daher wird 1999 auch der Tiefpunkt in den Absolventenzahlen bei Chemikern erreicht worden sein. Für 2000 ist mit einer deutlichen Zunahme zu rechnen, die sich abgeschwächt bis 2005 fortsetzen wird[90]. Das Niveau von Mitte der 90er-Jahre wird dabei nicht erreicht.

Der Trend zur Abnahme der Zahl von akademischen Abschlüssen im Maschinenbau und der Elektrotechnik sowie in der Chemie ist zwar gestoppt, die zu erwartenden Anstiege der Absolventenzahlen in diesen Fachrichtungen fallen allerdings sehr moderat aus. Wird der Zeitraum bis 2005 betrachtet, dann ist für die Ingenieurwissenschaften insgesamt in etwa mit einer Stabilisierung der Abschlusszahlen auf dem Niveau Ende der 90er-Jahre zu rechnen. Bereits heute haben die Absolventen dieser Fächer keine Schwierigkeiten einen ausbildungsadäquaten Arbeitsplatz zu finden[91], im Gegenteil. Sollte die Nachfrage

[89] Studienanfänger: 1. Fachsemester aller Hochschultypen; Absolventen: Bestandene Diplom- und entsprechende Abschlussprüfungen sowie Fachhochschulabschlussprüfungen. Jahreswerte beziehen sich jeweils auf das entsprechende Sommersemester sowie das darauf folgende Wintersemester (1999 = Sommersemester 1999 plus Wintersemester 1999/2000). Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen erst vorläufige und nicht nach Fachrichtungen differenzierte Zahlen zu den Studienanfängern im Wintersemester 2000/2001 vor, daher kann das Studienjahr 2000 noch nicht als Datenbasis für die Prognose herangezogen werden.

[90] Es muss beachtet werden, dass rund 80 bis 90 % der Diplom-Chemiker eine Promotion an ihr Studium anschließen. Aus diesem Grund stehen sie der Wirtschaft erst nach weiteren 3 bis 4 Jahren „Ausbildungszeit“ zur Verfügung.

[91] Zwar ist die Arbeitslosenzahl bei den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Absolventen hoch (1999: rund 78 000 Arbeitslose), über ein Drittel der Arbeitslosen ist jedoch älter als 50 Jahre.

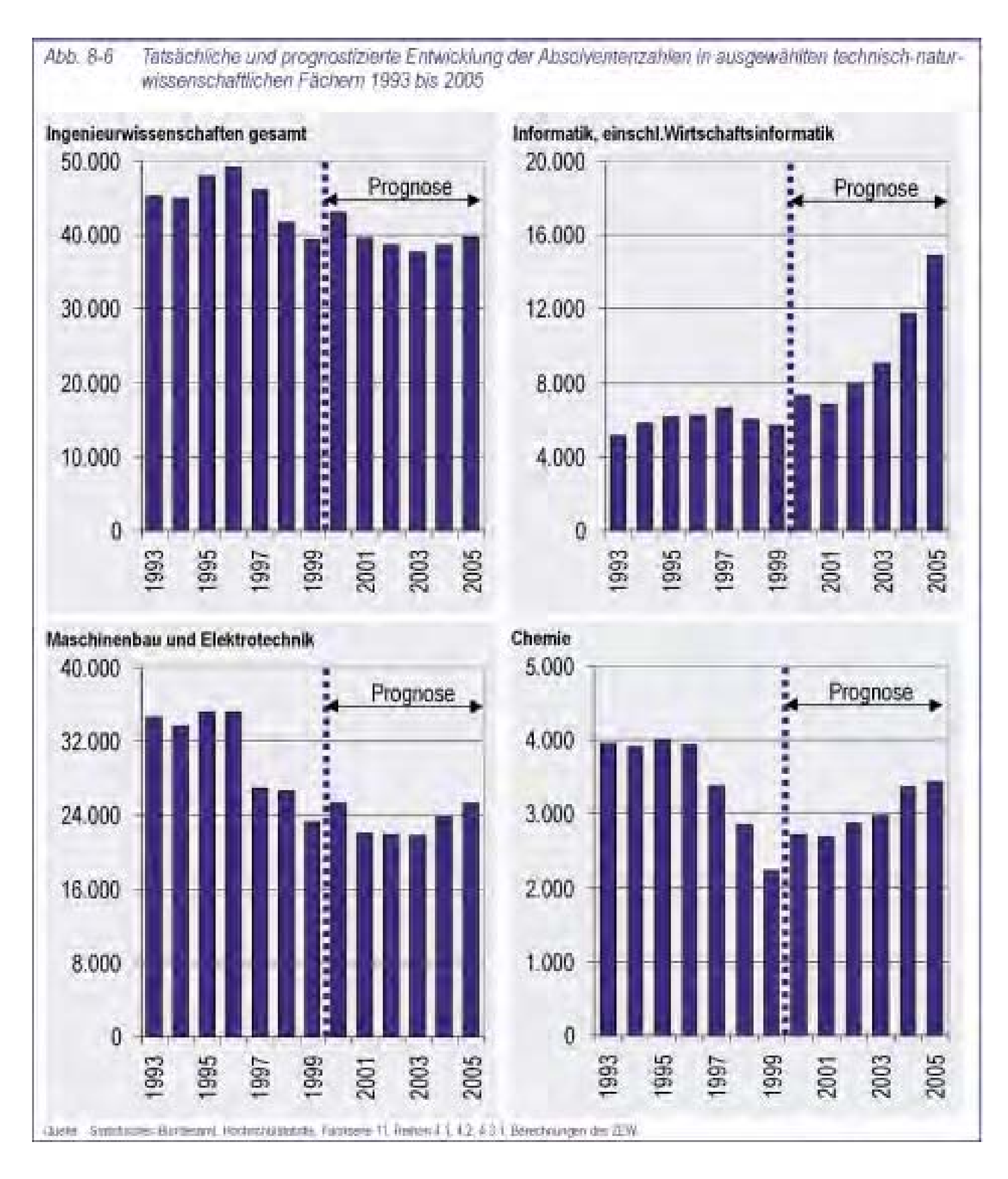


Abb. 8-6 Tatsächliche und prognostizierte Entwicklung der Absolventenzahlen in ausgewählten technisch-naturwissenschaftlichen Fächern 1993 bis 2005

seitens der Unternehmen merklich steigen – beispielsweise durch eine Ausweitung ihrer FuE-Aktivitäten und eine entsprechende Ausweitung des Forschungspersonals – dann ist mit Angebotsknappheiten auf dem Markt für diese Qualifikationen zu rechnen.

In der Informatik steigen die Absolventenzahlen in den nächsten Jahren beträchtlich an. Nach der hier zugrunde gelegten Prognose ist davon auszugehen, dass, nach dem Tiefststand im Jahr 1999 mit ca. 5 600 Informatikabsolventen, im Jahr 2000 rund 7 000 Abschlüsse in Informatik erfolgen und in 2005 rund 15 000 Studierende ein Informatikstudium erfolgreich abschließen werden. In den Jahren 2000 bis 2005 ist insgesamt mit rund 58 000 Informatikabsolventen zu rechnen. Wegen der auch im Jahr 2000 weiterhin stark angestiegenen Zahl der Studienanfänger in den Informatikstudiengängen ist ab 2006 mit weiter steigenden Absolventenzahlen zu rechnen. Ein Vergleich mit dem von den Unternehmen bis 2002 erwarteten Zu-

satzbedarf von etwa 200 000 akademisch ausgebildeten IKT-Fachkräften (vgl. Abschnitt 8.2) verdeutlicht aber, dass, bei unveränderten Bedingungen, aus Deutschlands Hochschulbereich der Bedarf nicht gedeckt werden kann, selbst wenn ein Teil des zusätzlichen akademischen Bedarfs nicht unbedingt ein Informatikstudium absolviert haben muss. Zudem wird eine weitere deutliche Ausweitung der Zahl der Informatikstudenten an Hochschulen an Kapazitätsgrenzen der Hochschulen stoßen und kann dann zu Verschlechterungen der Studienbedingungen und der Ausbildungsqualität führen.

8.4 Anpassungsstrategien durch Ungleichgewichte auf dem Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte

Die Befunde weisen darauf hin, dass insbesondere auf dem Arbeitsmarkt für hoch qualifizierte IKT-Fachkräfte, aber auch bei wichtigen anderen Bereichen der natur- und ingenieurwissenschaftlich ausgebildeten Spezialisten, von einer Angebotsknappheit auszugehen ist. Es spricht vieles dafür, dass die Knappheit an entsprechend qualifiziertem Humankapital in mittlerer Frist eher noch zunehmen wird, da bei unveränderten Bedingungen und Verhaltensweisen die „Humankapitalproduktion“ mit der Nachfrageentwicklung der Unternehmen nicht Schritt halten kann.

Andererseits ist gegenwärtig eine durchaus nennenswerte Zahl von Akademikern, auch in den hier besonders in Rede stehenden Disziplinen, arbeitslos. Das deutet darauf hin, dass ein Mismatch zwischen den Qualifikationen – zumindest älterer – Akademiker und den gegenwärtigen Anforderungen der Unternehmen besteht, oder dass die akademische Ausbildung die nötige Flexibilität bei der Anpassung an die veränderten Erfordernisse der Wirtschaft nicht aufweist.

Unabhängig davon, welches der beiden Argumente tatsächlich schwerer wiegt, ist das Signal, das von einer Situation „Akademikerarbeitslosigkeit bei gleichzeitiger Akademikerknappheit“ auf die potenziellen Studenten ausgeht, in seiner Wirkung ex ante schwer abzuschätzen. Ebenso stellt sich die Frage nach den Strategien und Reaktionen mit denen die Unternehmen der Angebotsknappheit auf dem Markt für Hochqualifizierte begegnen.

8.4.1 ...auf der Seite der Unternehmen

Die Unternehmen reagieren auf die Knappheiten am Arbeitsmarkt auf unterschiedliche Art und Weise, je nach individueller Situation der Firmen und je nach Branchen oder Bereichen der wirtschaftlichen Tätigkeit. Fallstudienanalysen des Saarbrücker Instituts für Sozialforschung und Sozialwissenschaft e.V. (ISO) zeigen jedoch auch einige systematische Anpassungsstrategien der Unternehmen auf dem inländischen Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte innerhalb der unterschiedlichen Fachgruppen:

– In den industriellen Bereichen wie Maschinen- und Anlagenbau oder auch der Elektroindustrie spielt für die ingenieurberuflichen Fachkräfte der Hochschulabschluss uneingeschränkt eine essenzielle Rolle. Der formale Abschluss zum Diplom-Ingenieur ist die Voraussetzung für die Übernahme verantwortungsvoller oder dispositiver Positionen.
– Für den Bereich der IKT-Fachkräfte deuten diese Untersuchungen darauf hin, dass die Unternehmen in der gegenwärtigen Lage den Hochschulabschluss nicht (mehr?) zum ultimativen Kriterium zur Erlangung bestimmter Positionen machen, obwohl sie für ihren Zusatzbedarf eine 80 %-Quote nennen. Hier scheint es einen Unterschied zwischen den eigentlichen Wünschen der Firmen und den von ihnen realisierbaren Möglichkeiten zu geben.

Die Unterschiede in der Bedeutung des Hochschulabschlusses als Diskriminierungskriterium bei Spezialisten verschiedener Fachrichtungen sind somit Ausdruck der unterschiedlichen Angebotsknappheiten für die verschiedenen Bereiche. Die Differenzen werden weniger durch den „Typ“ des suchenden Unternehmens determiniert, als vielmehr durch die Fachrichtung des gesuchten Hochqualifizierten. In den nicht informationstechnischen Disziplinen herrscht zwar zusätzlicher Bedarf, gegenwärtig wird aber die Angebotssituation von den Unternehmen allerdings (noch?) nicht derart hoffnungslos eingeschätzt, dass sie tiefgreifende Revisionen in den „gewohnten“ Anforderungsmustern oder -merkmalen vornehmen würden. Einer schlussendlich erfolgreichen Suche nach einem qualifizierten Bewerber wird offensichtlich noch immer eine hinreichend große Wahrscheinlichkeit zugeschrieben. Ganz anders dagegen stellt sich die Situation hinsichtlich informationstechnischer Fachkräfte dar. Hier muss auf die Forderung nach einem Hochschulabschluss oftmals verzichtet werden, obwohl nach der ZEW-Erhebung etwa 80 % der nicht zu besetzenden Stellen in diesem Bereich mit Akademikern besetzt werden sollten und von den vollzogenen Neueinstellungen des ersten Halbjahres 2000 immerhin rund 70 % auf Hochschulabsolventen entfielen. Die gegenwärtig am Markt spürbare Angebotsknappheit hat in der Wahrnehmung der Unternehmen offenbar eine Dimension erreicht, die sie zu modifizierten Anforderungen an die Bewerber veranlasst. Neben dieser Anforderungsanpassung identifiziert das ISO auch die verstärkte Rekrutierung von „Fachfremden“ mit einer zertifizierten Fortbildung im IT- oder Multimedia-Bereich. Hierbei kommen vornehmlich Akademiker nicht technischer Fachrichtungen zum Zuge.

Aus- und Weiterbildung

Viele Unternehmen setzen auf verstärkte betriebliche Aus- und Weiterbildung in neuen IT-Berufen. Insgesamt verstärken nach den Berechnungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) je nach Branche bis zu einem Fünftel der Unternehmen ihre Aus- und Weiterbildungsanstrengungen als Reaktion auf die nicht mögliche Besetzung von Stellen mit Hochschulabsolventen. Hierbei sind die FuE-intensiven Wirtschaftszweige des Dienstleistungssektors besonders aktiv, in diesem Bereich verstärken fast 50 % aller Unternehmen die Aus- und

Weiterbildung. Dieser Branchengruppe sind die Dienstleister des IKT-Sektors, aber auch wichtige Nutzerbranchen für die Informations- und Kommunikationstechnologie zuzurechnen.

Das ISO konstatiert, dass sich die Such- und Rekrutierungsstrategien der Unternehmen erheblich durch die knappe Angebotslage auf dem Arbeitsmarkt verändert hat. Die Präsenz direkt an der Hochschule, von kleineren Unternehmen mindestens in der Region, von großen Unternehmen oft in Form einer regelrechten „Tournee durch die Hochschulen“, gehört nach den Erkenntnissen von ISO mittlerweile zum Standardverhalten von Firmen, die hohe Qualifikationen suchen. Der direkte Kontakt zu potenziellen späteren Mitarbeitern schon auf dem Campus soll möglichst früh eine Bindung der Studenten an die Firmen fördern. Nicht selten führen solche frühzeitigen Kontakte auch zu Vorverträgen oder ähnlichen Vereinbarungen. Diese Verhaltensweisen verdeutlichen, für wie restringiert die Unternehmen die Angebotslagen auf einigen Segmenten des Arbeitsmarktes für Hochqualifizierte inzwischen halten. Hier wird bewusst auf mögliche „first-mover“-Vorteile gesetzt um das Nachwuchspotenzial überhaupt noch zu erreichen.

Hoch qualifizierte Ausländer

Eine weitere Reaktionsmöglichkeit besteht für die Unternehmen darin, zu versuchen, ausländische hoch qualifizierte Arbeitskräfte anzuwerben. Diesen Weg beschreiten bereits etliche Unternehmen, um der Knappheit auf dem inländischen Arbeitsmarkt zu begegnen. Das Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit (IZA) kommt zu dem Ergebnis, dass etwas mehr als 35 % der (vom IZA befragten) deutschen Unternehmen ausländische Hochqualifizierte mit einem im Ausland erworbenen Hochschulabschluss beschäftigen und dieser Anteil in etwa denen ausgewählter anderer untersuchter EU-Länder[92] entspricht. Der Anteil dieser Personengruppe an allen hoch qualifizierten Beschäftigten ist allerdings in Deutschland und den Vergleichsländern durchweg relativ gering (vgl. Abb. 8-7).

Ebenfalls sehr gering ist der Anteil der so genannten Bildungsinländer (ausländische hoch Qualifizierte mit inländischem Hochschulabschluss) an allen hoch qualifizierten Beschäftigten. Hier zeigt sich aber ein durchaus heterogeneres Bild. Zum einen ist der Anteil der Unternehmen, die überhaupt Bildungsinländer beschäftigen in Deutschland mit rund 25 % deutlich höher als in den anderen untersuchten Ländern (Frankreich 12 %, Vereinigtes Königreich 17 %, Niederlande 4 %), zum anderen machen die Bildungsinländer in deutschen Unternehmen einen vergleichsweise hohen Anteil aus (vgl. Abb. 8-7) bei starken Unterschieden zwischen den Vergleichsländern.

Allerdings bestehen zwischen den vom IZA in die Untersuchung einbezogenen Ländern erhebliche Unterschiede hinsichtlich der jeweiligen Staatsbürgerschafts- und Einbürgerungsrechte. Diese Unterschiede dürften die unterschiedlichen Anteile der Bildungsinländer zum größten Teil erklären. Aber auch in der Rechtslage in Bezug auf

[92] Frankreich, Vereinigtes Königreich, Niederlande.



die Erteilung einer Arbeitserlaubnis für nicht aus der EU stammende Hochqualifizierte sehen die untersuchten Unternehmen einen wesentlichen Hinderungsfaktor für ihre Personalbeschaffung. In Deutschland sind rund 65 % der befragten Unternehmen der Ansicht, dass es zu problematisch ist, für diese Gruppe von potenziellen Beschäftigten eine Arbeitserlaubnis zu bekommen (Frankreich: 50 %, UK: 71 %, NL: 76 %). Bei einer Erleichterung dieser Regeln würden die Unternehmen verstärkt von der Möglichkeit Nicht-EU-Ausländer für hoch qualifizierte Tätigkeiten einzustellen Gebrauch machen, sehen doch nur ca. 45 % der befragten deutschen Unternehmen das quantitative und qualitative Potenzial der inländischen Bewerber als ausreichend zur Befriedigung ihrer Nachfrage nach Hochqualifizierten an (Frankreich: 68 %, UK: 55 %, NL: 36 %).

Generell bemühen sich die Unternehmen die Bindung von hoch qualifiziertem Personal an ihre Firmen zu verbessern und zu stärken. Personalbindung und -entwicklung wird als wichtige Herausforderung der Personalpolitik gesehen. Im Rahmen dieser Tendenz identifiziert ISO folgerichtig auch keine nennenswerten Bedeutungsverluste von „Normalarbeitsverhältnissen“ für knappe Fachkräfte.

8.4.2 ...auf der Seite potenzieller Anbieter von hoch qualifizierter Arbeit

Neben den Unternehmen sind auch die potenziellen Studenten – die Studienberechtigten – von den Entwicklungen auf den jeweiligen Arbeitsmarktsegmenten für hoch Qualifizierte nicht unbeeinflusst. Studienberechtigte, Studenten und Absolventen können auf vielfältige Weise auf sich verändernde Arbeitsmarktsituationen reagieren. Die grundsätzliche Entscheidung darüber, ob überhaupt eine akademische Ausbildung gewählt wird, kann von der Akademiker-Arbeitsmarktsituation beeinflusst werden. Auch die Wahl einer Studienrichtung oder eines spezifischen Studienfaches kann von solchen Informationen determiniert sein. Während eines Studiums führen Ar-

beitsmarktinformationen unter Umständen zu Anpassungsreaktionen wie Studienfachwechsel oder gar Studienabbruch. Einem erfolgreichen Absolventen eines Studienganges wird vielleicht ein hohes Maß an räumlicher Mobilität abverlangt, wenn er seiner Ausbildung gemäß beruflich tätig werden möchte oder er muss sich beruflich mobil zeigen und eine fachfremde Tätigkeit annehmen.

Studierentscheidung und Fächerwahl

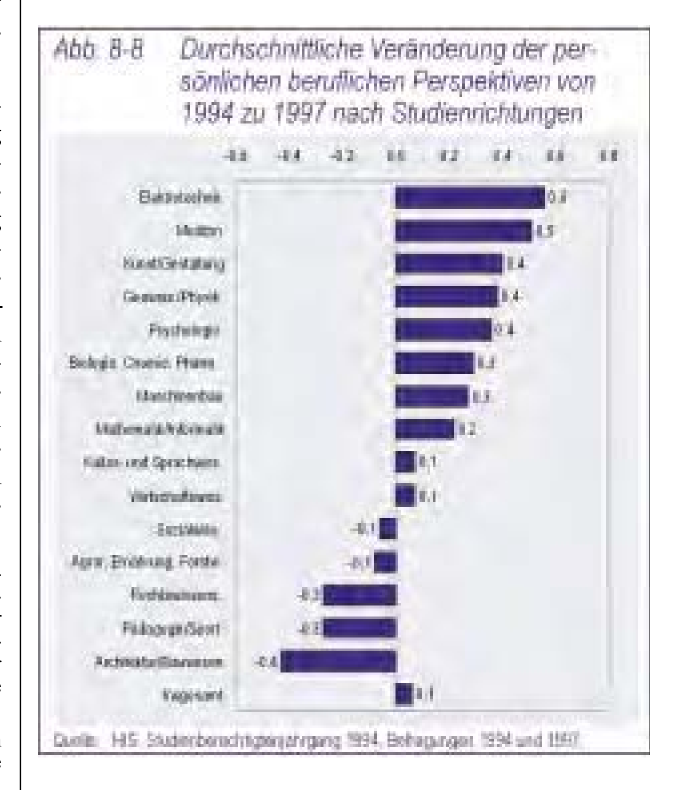
Die zunehmende Wissensintensivierung der deutschen Wirtschaft, der zunehmende Einsatz von akademisch ausgebildeten Beschäftigten, hat in den 90er-Jahren nicht dazu geführt, dass die Bruttostudierquote[93)] der Studienberechtigungsjahrgänge auch gestiegen ist. Im Gegenteil, begannen 1990 noch 76 % aller Studienberechtigten ein Hochschulstudium, sank die Quote 1994 auf 72 %. 1996 begannen sogar nur 66 % und 1999 65 % der Studienberechtigten eine akademische Ausbildung an einer Universität oder Fachhochschule. Die individuelle Grundsatzentscheidung für ein Studium wird dabei nach Untersuchungen einer Forschergruppe des Hochschul-Informations-Systems (HIS) zumindest bei (vergleichsweise lange dauernden) Universitätsstudiengängen, nur in geringem Maße von Arbeitsmarkteinschätzungen und Beschäftigungserwartungen der Schulabgänger beeinflusst. Es sind vornehmlich bildungsbiografische und sozioökonomische Faktoren, welche hier zum Tragen kommen. Die Wahl des deutlich kürzeren Ausbildungsweges Fachhochschulstudium wird dagegen vergleichsweise häufiger entsprechend der individuellen Einschätzungen der Berufsperspektiven durch die Studienberechtigten getroffen. Das Gewicht von Arbeitsmarktüberlegungen ist aber auch hier im Vergleich zu anderen Determinanten der individuellen Studienwahl eher gering.

Dass die aggregierten Studienanfängerzahlen in gewissem Umfang und mit deutlicher zeitlicher Verzögerung auf die Arbeitslosenquoten für die jeweiligen Fachrichtungen reagieren, zeigt eine Studie des Europäischen Zentrums für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung (Prognos), in der die (um Trends und demographische Effekte bereinigten) Studienanfängerzahlen auf ihre Abhängigkeit von den (relativen, auf die durchschnittliche Akademikerarbeitslosigkeit bezogenen) fachspezifischen Arbeitslosenquoten untersucht werden. In 18 von 32 untersuchten Studiengängen identifiziert Prognos eine entsprechende Reagibilität (vgl. Tab. 8-1, S. 108)[94)], bei den anderen Studiengängen ist kein Zusammenhang festgestellt worden. Die Wirkungen sind, wie die Elastizitäten in der Tabelle zeigen, insgesamt sehr gering[95)] und kommen erst nach ein bis zwei Jahren zum Tragen. Zum Teil sind sogar noch Effekte nach vier Jahren zu identifizieren. Die hierbesonders interessierenden Fächer (in der Tab. 8-1 fett markiert) gehören bis auf die Pharmazie nicht zu den besonders reagiblen Studiengängen. Die veränderte Arbeitsmarktlage der Jahre 1999 und 2000 schlägt sich nach diesen Ergebnissen erst 2001 bis 2004 in den Anfängerzahlen nieder. Bei den Absolventen wirken sich diese Einflüsse demzufolge ab 2003 und bis 2010 aus.

Studienfachwechsel und Studienabbruch

Es stellt sich die Frage, inwieweit sich Veränderungen der wahrgenommenen Berufsperspektiven auf den Studienverlauf in der einmal gewählten Fachrichtung auswirken. Führen Verbesserungen der Situation auf dem für ein bestimmtes Fach relevanten Arbeitsmarktsegment zu Veränderungen der Abbruch- und Fachwechselquoten? Sind durch die Veränderungen auf dem Markt für Hochqualifizierte diesbezügliche Veränderungen des Studierverhaltens zu erwarten? Für den Studienberechtigtenjahrgang 1994 zeigen die HIS-Analysen zwischen den einzelnen Fachrichtungen unterschiedliche Veränderungen der Einschätzung der beruflichen Perspektiven (zwischen Studienbeginn und etwa dem Abschluss des Grundstudiums, (vgl. Abb. 8-8) und auch zwischen den Fachrichtungen divergierende Abbrecherquoten (Fachwechsel und Studienabbruch, vgl. Abb. 8-9, S. 108) rund drei Jahre nach Beginn des Studiums.

Wie Abb. 8-8 verdeutlicht, haben sich in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern die durchschnittlichen Einschätzungen[96)] der beruflichen Perspektiven



93) Der Anteil an allen studienberechtigten Schulabgängern eines Abschlussjahrganges, der ein Studium an einer Universität oder Fachhochschule aufnimmt (zum Zeitpunkt der Befragung, ein halbes Jahr nach Schulabgang, bereits aufgenommen hat oder „demnächst aufnehmen wird“). Dieser Wert ist zu unterscheiden von der Quote der Studienanfänger an einem Bevölkerungsjahrgang. Für die letztere Quote sind in den 90ern leicht steigende Werte zu verzeichnen.

94) Für die in der Tabelle nicht aufgeführten Studiengänge konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen relativer Arbeitslosenquote und Studienanfängerzahlen nachgewiesen werden.

95) Die Anfängerzahlen im Universitätsstudiengang Elektrotechnik steigen beispielsweise bei einer einprozentigen Senkung der relativen Arbeitslosenquote für Elektroingenieure nach insgesamt 5 Jahren um 0,49 %.

96) Bewertung auf einer 5-stufigen Skala von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schlecht). Abb. 8-8 gibt jeweils die Veränderungen der Mittelwerte zwischen den beiden Befragungszeitpunkten an.





Tab. 8-1:

Reagibilität der Studienanfängerzahlen auf relative Akademikerarbeitslosenquoten nach Fachrichtungen

Fachrichtungen	Elastizitäten
Bildende Kunst, Grafik FH	-1,68
Medizin	-1,65
Bildende Kunst, Grafik	-1,38
Lehramt	-1,28
Tiermedizin	-1,23
Pharmarzie	**-1,11**
Politik, Soziologie	-1,10
Chemie, Chemieingenieurwesen FH	**-1,05**
Architektur, Bauingenieurwesen	-0,89
Chemie, Chemieingenieurwesen	**-0,72**
Ing. des Maschinen- und Fahrzeugbaus	**-0,70**
Psychologie	-0,70
Sozialarbeit, -pflege, -pädagogik FH	0,70
Physik	**-0,67**
Architektur, Bauingenieurwesen FH	-0,50
Elektroingenieure	**-0,49**
Ing. des Masch.- und Fahrzeugbaus FH	**-0,30**
Musik	-0,24

Anmerkung: Fachhochschulstudiengänge sind mit FH gekennzeichnet, ansonsten handelt es sich um Universitätsstudiengänge

Quelle: Prognos

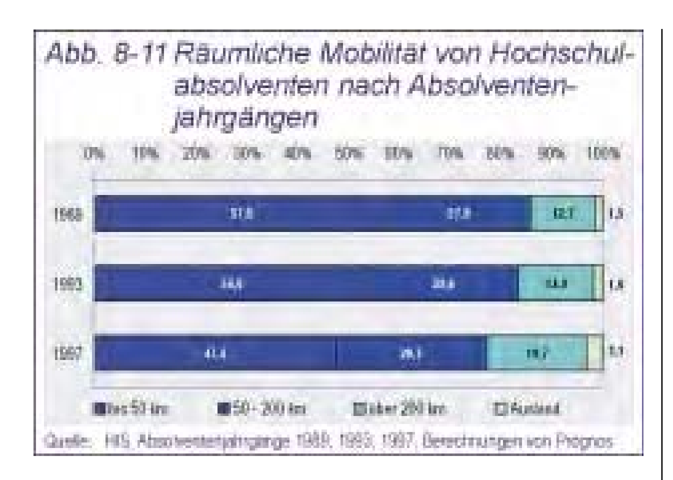
durchweg verbessert. Die mit Abstand größte Verbesserung ihrer Einschätzungen weisen die Studenten der Elektrotechnik auf. Die Berufsaussichten in den Fachrichtungen Biologie, Chemie, Mathematik, Informatik und bei den Maschinenbauingenieuren haben sich nahezu in gleichem Umfang leicht verbessert und unterscheiden sich von den Absolutwerten auch kaum. Deutlich verschlechtert haben sich nach ihrer Einschätzung die Berufsaussichten der Bauingenieure und Architekten.

Werden die unterschiedlichen Abbrecherquoten in den Studiengängen betrachtet (vgl. Abb. 8-9), wird deutlich, dass die Neigung von Studenten ein einmal begonnenes Studium durch einen Fachwechsel oder durch die Wahrnehmung einer nicht akademischen Ausbildungsalternative zu beenden, offenbar nicht dominant von den Veränderungen der Arbeitsmarkteinschätzungen beeinflusst wird. Die beiden Studienrichtungen mit der positivsten (Elektrotechnik) und der negativsten (Bauingenieur; Architektur) Veränderung der Berufsaussichten haben mit jeweils 9 % die geringste Abbrecherquote. Maschinenbau, Biologie, Chemie und Mathematik, mit fast identischen Veränderungen in den Einschätzungen der Arbeitsmarktaussichten haben durchaus unterschiedliche Abbrecherquoten, die sich bis zu 5 Prozentpunkten voneinander unterscheiden.

Nach diesen Betrachtungen muss davon ausgegangen werden, dass die Entscheidung über die Erstwahl eines Studienfaches, und auch die Entscheidung über einen Wechsel des Studienganges oder gar eine völlige Revision der Studienabsicht, von einer Vielzahl von Gründen abhängt, die vermuteten Berufsaussichten hierbei aber nur eine eher untergeordnete Rolle spielen. In Abb. 8-10 sind die Gründe, die über alle Fachrichtungen hinweg für den Wechsel des Studienfaches angegeben wurden, ihrer Bedeutung nach aufgelistet. „Schlechte Berufsaussichten“ wird zwar von einem reichlichen Drittel der befragten Studienfachwechsler als einer der Gründe für die Wechselentscheidung genannt, der Grund ist aber nur der fünftwichtigste. Gründe die eher auf die konkrete Studiensituation zielen, kommt eine erheblich größere Bedeutung zu.

Mobilität

Es stellt sich die Frage, ob die Absolventen nach Abschluss des Studiums mobil genug auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes für ihre Qualifikationen reagieren. Arbeitsmarktungleichgewichte sind immer auch räumliche



Ungleichgewichte, die durch eine hohe räumliche Mobilität der Hochschulabsolventen zumindest teilweise abgebaut werden können. Das Europäische Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung (Prognos) hat die räumliche Mobilität der Absolventenjahrgänge 1989 (alte Bundesländer), 1993 und 1997 (jeweils alte und neue Bundesländer) der deutschen Universitäten und Fachhochschulen analysiert. Die Mobilität drückt sich in dieser Betrachtung in einer räumlichen Distanz zwischen Studienort und Arbeitsort der Hochschulabsolventen eineinhalb Jahre nach Studienabschluss aus. Hierbei werden vier Mobilitätskategorien unterschieden: Nicht-Mobilität (die genannte Distanz beträgt weniger als 50 km), Nah-Mobilität (50 bis 200 km) und Fern-Mobilität (über 200 km und Auslands-Arbeitsort).

Nach diesen Untersuchungen nimmt das Ausmaß der Fern-Mobilität der Hochschulabsolventen im Zeitablauf zu (vgl. Abb. 8-11). Der entsprechende Anteil stieg von rund 14 % des Absolventenjahrgangs 1989 auf 23 % des 1997er Jahrgangs. Diese Zunahme ging auf Kosten der Kategorie „Nicht-Mobil“, während die Anteile der Nah-Mobilen nahezu unverändert blieben.

Dabei erweisen sich die Universitätsabsolventen als deutlich fernmobiler (Anteil 1997: 28 %) als die Absolventen der Fachhochschulen (Anteil 1997: 21 %), die allerdings mit 35 % den höheren Anteil in der Kategorie Nah-Mobilität aufweisen (Universität: 24 %). Innerhalb der beiden Hochschulkategorien sind erhebliche Unterschiede zwischen den Absolventen der unterschiedlichen Fachrichtungen zu identifizieren (vgl. Abb. 8-12 und Abb. 8-13).

Die höchsten Anteile in der Kategorie Fern-Mobilität weisen unter den universitären Fachrichtungen die Architektur/Bauingenieure, der Maschinenbau/Elektrotechnik, die Naturwissenschaften, Mathematik/Informatik, die Psychologie/Pädagogik sowie die Wirtschaftswissenschaften auf. Besonders immobil sind die Magisterstudiengänge, die Naturwissenschaftler (trotz ihres hohen Anteils an Fern-Mobilen), die Mediziner und die Rechtswissenschaftler.

Unter den Fachhochschulabsolventen sind die Wirtschaftswissenschaftler und die Maschinenbau- und Elektroingenieure besonders fernmobil, während sich die Absolventen aus den Bereichen Sozialwesen[97] sowie Architektur/Bauingenieure als besonders immobil präsentieren. Bemerkenswert ist, dass aus dem Bereich Informatik mit rund 9 % der höchste Anteil der ins Ausland gehenden Absolventen zu verzeichnen ist.

Nach einer Auswertung der 1998/99er Absolventenbefragung von HIS finden wechselseitige innerdeutsche Wanderungen von Hochschulabsolventen statt. Jeder fünfte ostdeutsche Hochschulabsolvent hat eine Stelle in Westdeutschland angetreten. Von den westdeutschen Absolventen nahmen 2,5 % eine Beschäftigung in den neuen Ländern an. Werden die absoluten Zahlen verrechnet und auf die ostdeutschen Hochschulabgänger bezogen, dann „verliert“ Ostdeutschland per Saldo nur 4 % der dort ausgebildeten Akademiker durch westdeutsche Beschäftigungsverhältnisse.

Dabei nimmt jeder vierte Fachhochschulabgänger aus Ostdeutschland einen Job im Westen an. Werden diese mit den Zugängen aus den ABL verrechnet, so ergibt sich, bezogen auf die Zahl der ostdeutschen Fachhochschulabsolventen, ein Minus für die NBL von rund 13 %. Sieht man von den Architektur- und Bauingenieurstudiengängen ab, dann sind die Ingenieurwissenschaften und die Informatik mit einem Saldo von –15 % überdurchschnittlich vertreten. Besonders hoch ist die Nettoabwanderungsquote für FH-Betriebswirte (–27 %).

Bezüglich der Universitätsabsolventen errechnet sich insgesamt eine fast ausgeglichene Bilanz von –0,3 %. Hier sind die Ingenieure (ohne Bau) die Gruppe, die mit einem Saldo von –25 % die höchsten Nettoabwanderungen aus Ostdeutschland zu verzeichnen hat. Von den Naturwissenschaftlern (einschließlich Mathematik und Informatik) wandern per Saldo nur rund 3 % der Absolventen der NBL nach Westdeutschland.

Innerhalb Westdeutschlands sind auch erhebliche Wanderungsbewegungen von Hochschulabgängern zu verzeichnen. Im rein westdeutschen Vergleich verloren die nördlichen Bundesländer (Schleswig-Holstein, Bremen, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen) per Saldo rund 10 % ihrer Fachhochschulingenieure (Informatik, Elektrotechnik und Maschinenbau) und etwa 20 % der entsprechenden Universitätsabsolventen an die südlichen alten Länder (Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Baden-Württemberg und Bayern).

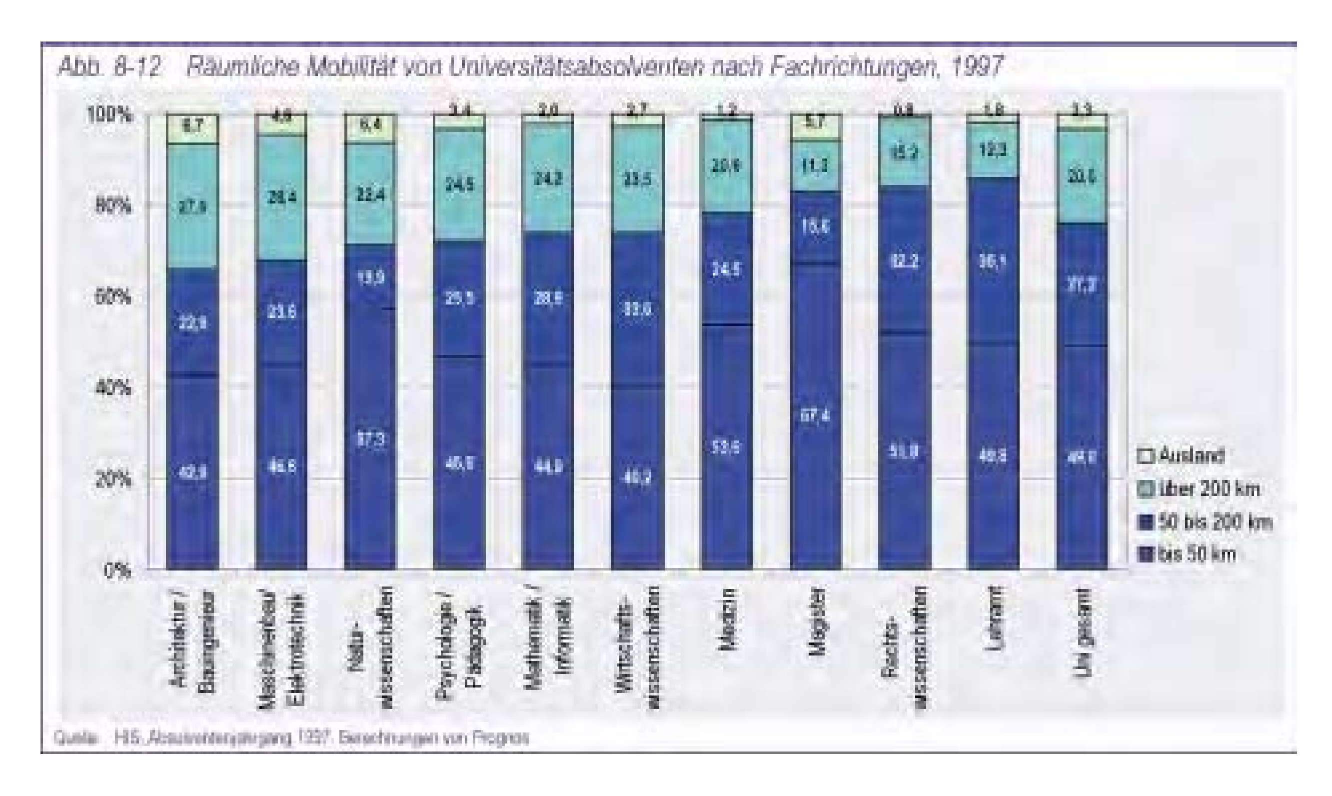
Die Untersuchungen von Prognos zeigen, dass die Mobilitätsneigung von Hochschulabsolventen ganz wesentlich auch von Merkmalen ihrer beruflichen Tätigkeit und von persönlichen Faktoren determiniert wird. Mit zunehmender Sicherheit und Attraktivität der offerierten Beschäftigung steigt die Mobilitätsbereitschaft deutlich an. Faktoren, die hierbei eine Rolle spielen, sind Unbefristetheit der Beschäftigung, Vollzeittätigkeit, Einkommenshöhe

---

[97] Beachtet werden muss, dass es sich bei dem Fachhochschulstudiengang Sozialwesen teilweise um ein zweiphasiges Studium handelt, dem ein obligatorisches einjähriges Anerkennungspraktikum zuzurechnen ist. Ein Großteil der hier befragten Absolventen des Jahrgangs 1997 befindet sich noch in der zweiten Ausbildungsphase.

[98] Careers after Higher Education – a European Research Survey (CHEERS).

[99] Italien, Spanien, Frankreich, Österreich, Deutschland, Niederlande, Vereinigtes Königreich, Finnland, Schweden und Norwegen.



und die Beschäftigungsadäquanz. Unabhängig von der tatsächlich ausgeübten Tätigkeit wirkt die Vermutung der Absolventen hinsichtlich guter Berufschancen, in Termini Beschäftigungssicherheit oder berufliche Entwicklungsmöglichkeiten, merklich mobilitätsfördernd. Dämpfend auf die Mobilitätsbereitschaft wirkt eine Familiengründung. Haben die Absolventen Kinder, dann sind sie erheblich immobiler als kinderlose Hochschulabgänger. Dies gilt zwar im Grundsatz für beide Geschlechter, in besonders starkem Maße aber für Frauen.

Neben der räumlichen Mobilität der Absolventen deutscher Hochschulen im Inland stellt auch die internationale Mobilität von Hochschulabsolventen einen wichtigen



Aspekt der Reaktion auf Angebotsknappheiten auf dem Akademiker-Arbeitsmarkt dar. Hierbei ist auch von Interesse, inwieweit Deutschland ein attraktives Studier-Land für Ausländer darstellt. Eine international vergleichende Studie[98] des Wissenschaftlichen Zentrums für Berufs- und Hochschulforschung der Universität Gesamthochschule Kassel (WZ-GHK) identifiziert deutliche Unterschiede bei den Anteilen von Ausländern an allen Hochschulabsolventen in den untersuchten Ländern[99] (vgl. Tab. 8-2). Deutschland weist in dieser Befragung mit 1,3 %

Tab. 8-2

Kennziffern zur internationalen Mobilität von Hochschulabsolventen in ausgewählten Ländern (Anteile in Prozent)

Land	Anteil ausländ. Absolventen	Vor oder während des Studiums mobil
ITA	0,2	18,8
ESP	0,1	11,8
FRA	2,4	15,8
AUT	1,8	20,0
GER	1,3	14,2
NED	0,7	29,1
GBR	8,7	15,7
FIN	0,3	20,1
SWE	2,9	21,0
NOW	1,7	16,2
Gesamt	2,1	18,1

Quelle: CHEERS, Absolventenbefragung der Jahrgänge 1994 und 1995.

einen deutlich unterdurchschnittlichen Wert auf[100]) und liegt weit hinter UK (8,7 %), Schweden (2,9 %) und Frankreich (2,4 %). Für diese Unterschiede sind im Fall des UK mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die Vorteile der Landessprache verantwortlich. Es dürfte auch einen Unterschied machen ob es sich bei den Ländern um ehemalige Kolonialländer handelt. Was die Auslandserfahrung vor (Auslandsaufenthalt zu Arbeits- oder Ausbildungszwecken) oder während (Auslandsaufenthalt zu Studiumszwecken oder für ein Praktikum) des Studiums betrifft, sind die deutschen Hochschulabsolventen mit einem Anteil von 14 % weit unterdurchschnittlich auf dem vorletzten Platz der untersuchten Länder (vgl. Tab. 8-2).

Über alle untersuchten Länder sind die Absolventen der Geisteswissenschaften mit einem Anteil von 33 % während des Studiums am mobilsten. Übersteigt in dieser Fachrichtung der deutsche Wert den Durchschnittswert noch leicht, so sind die deutschen Abgänger der Sozialwissenschaften und der Rechtswissenschaften mit jeweils knapp 13 % deutlich weniger mobil als die Absolventen dieser Fachrichtungen im Durchschnitt aller Länder. Gleiches gilt für die Erziehungswissenschaften. Weitaus mobiler als der Durchschnitt ihrer Kommilitonen in den anderen Ländern sind die deutschen Mediziner. Während sich die Anteile für die sonstigen Fachrichtungen nicht gravierend voneinander unterscheiden, muss noch der besonders geringe Mobilitätsanteil der deutschen Ingenieure (9,4 % gegenüber 17 % im Durchschnitt aller betrachteten Länder) Erwähnung finden. Die deutschen Ingenieurstudenten bilden somit sogar das Schlusslicht in Europa.

Gerade unter dem Gesichtspunkt des Fachkräftemangels ist es von Interesse, inwieweit die einzelnen Länder attraktiv sind als Arbeitsorte für international mobile Hochschulabsolventen. Auch zu diesem Thema gibt die CHEERS-Studie Auskunft – zumindest was die Standorte der Arbeitgeber der über die Grenzen mobilen Studienabgänger der untersuchten europäischen Länder betrifft. Die höchsten Anteile an Zuwanderung durch diese europäischen international mobilen Hochschulabsolventen haben das Vereinigte Königreich, die Vereinigten Staaten und Deutschland (vgl. Tab. 8-3), mit jeweils fast gleichen Anteilen von 12 und 11 %. Aus der sehr großen Kategorie „Andere“ machen die anderen Länder der Europäischen Union mit insgesamt rund 10 % den Hauptteil aus. Weitere nennenswerte Zuwanderung gibt es nach Mittel- und Osteuropa (6 %) und in die Schweiz (4 %).

Tab. 8-3

Zielländer von international mobilen Hochschulabsolventen aus ausgewählten europäischen Ländern

Land	Anteil in %
ITA	3
ESP	3
FRA	6
AUT	2
GER	11
NED	2
GBR	12
FIN	1
SWE	3
NOW	3
JPN	1
USA	12
Andere	40

Quelle: CHEERS, Absolventenbefragung der Jahrgänge 1994 und 1995.

8.5 Fazit

Für die Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Wirtschaft ist die hinreichend große Verfügbarkeit von Fachkräften eminent wichtig. Dabei kommt den akademisch ausgebildeten Fachkräften eine besondere Bedeutung zu. Für den Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien ist die gegenwärtige Lage auf dem Arbeitsmarkt für diese Spezialisten als durchaus problematisch einzuschätzen. Für die nähere Zukunft wird sie sich noch erheblich verschärfen. Für den Bereich der Ingenieurwissenschaften insgesamt kann von einer angespannten Situation gesprochen werden, bei den sonstigen Naturwissenschaftlern zeigen sich erste Engpässe. Die erheblichen Angebotsrestriktionen im Bereich der IKT-Fachkräfte sind deshalb so kritisch zu bewerten, da hiervon nahezu alle Wirtschaftsbereiche betroffen sind. Neben den eigentlichen IKT-Branchen sind es vornehmlich die Branchen für deren Entwicklung die schnelle Diffusion der Informationstechnologie essenziell ist.

Hierbei handelt es sich hauptsächlich um die innovativen Bereiche und die besonders expandierenden Unternehmen, von denen eigentlich die höchsten Beiträge zum Wirtschaftswachstum erwartet werden. Nach Erkenntnissen aus den ZEW-Innovationserhebungen steigt die Bedeutung des Fachkräftemangels mit der FuE-Intensität der Branche. In Wirtschaftszweigen mit hoher oder sehr hoher FuE-Intensität verlängert sich aus diesem Grund bei jedem vierten Unternehmen die Laufzeit von Innovationprojekten, dreimal so häufig wie bei Unternehmen mit geringer FuE-Intensität. Bei jedem zehnten Unternehmen in den forschungsintensiven Industriezweigen können Innovationsprojekte aufgrund des Mangels an qualifiziertem Personal nicht einmal begonnen werden. Dieser Anteil hat sich seit 1996 verdoppelt. Unternehmen mit hohen Investitionen für Informationstechnologien sind sechsmal häufiger von Fachkräftemangel betroffen als Unternehmen, die nur geringe Investitionen in IT vornehmen. Das ist ein Zeichen dafür, dass den Unternehmen zwar die Finanzmittel für Innovationen zur Verfügung stehen, die Restriktion qualifiziertes Personal jedoch greift.

Die Firmen werden durch das knappe Angebot an qualifizierter Beschäftigung in ihrer Entwicklung beeinträchtigt, sodass von einer echten Wachstumsbremse für die Unternehmen gesprochen werden muss. Kurzfristig reagieren die Unternehmen massiv mit Überstunden, wie die Aus-

[100]) Für Deutschland weisen die Prüfungsstatistiken des Statistischen Bundesamtes einen Anteil von 3,9 % an Absolventen mit nicht deutscher Staatsangehörigkeit aus.

wertungen des IAB-Betriebspanels 2000 zeigen. Über die Hälfte der Unternehmen des Produzierenden Gewerbes und rund ein Drittel der Dienstleistungsunternehmen müssen zu diesem Mittel greifen. Damit können die Auswirkungen aber nicht vollständig aufgefangen werden. Ein reichliches Fünftel der Dienstleister muss Aufträge aus Personalmangel ablehnen, ein Sechstel der Industrie- und der Dienstleistungsunternehmen kann die Lieferfristen nicht einhalten.

Die gegenwärtigen Studentenzahlen und die für die erste Hälfte dieses Jahrzehnts zu erwartenden Hochschulabsolventenzahlen lassen keine nennenswerte Entspannung der Lage erwarten. Auch die kurzfristig möglichen Anpassungsmechanismen der Unternehmen (verstärkte Aus- und Weiterbildung, Anpassung der Anforderungen, Ausschöpfen der gegenwärtigen Möglichkeiten zur Anwerbung ausländischer Hochqualifizierter) können keine hinreichende Minderung der Knappheit bewirken. Der unter den gegenwärtigen Bedingungen zu erwartende Anstieg der Studienanfängerzahlen aufgrund der neuen Arbeitsmarktlage wird quantitativ zu gering ausfallen um hier gegenzusteuern und diese geringen Effekte sind erst deutlich nach 2005 an den Absolventenzahlen abzulesen. Die Mobilität deutscher Hochschulabgänger ist als relativ hoch anzusehen, die Knappheit kann nicht auf einem Mismatch wegen zu geringer Mobilität zurückgeführt werden.

Diese Situation erfordert weiterhin deutliche politische Signale, die sowohl auf die langfristig nötige Weichenstellung zielt, aber auch kurzfristig zu einer deutlichen Minderung des Fachkräftemangels beitragen (vgl. Kapitel 2).

9. Zur Interaktion von Wissenschaft und Wirtschaft[101)]

Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind wesentliche Elemente nationaler Innovationssysteme. Sie führen Grundlagen- und angewandte Forschungsarbeiten durch, bilden hoch qualifizierten Nachwuchs für Wissenschaft, Wirtschaft und die öffentliche Verwaltung aus und bringen ihre Kompetenzen in vielfältiger Weise in die Innovationsaktivitäten von Wirtschaft und Gesellschaft ein. Technologieorientierte Unternehmensgründungen greifen besonders intensiv auf das von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ausgebildete Personal zurück. Bei der Globalisierung der Wissensgesellschaft nehmen internationale wissenschaftliche Kooperationen eine Vorreiterrolle ein und stellen damit einen wichtigen Transmissionsriemen für die Nutzung der weltweiten Wissensbasis für die Diffusion und Adoption neuer Technologien und Erkenntnisse dar.

Wissenschaftliche Einrichtungen sehen sich heute einer **Vielzahl von neuen Herausforderungen** gegenüber. Diese reichen von Veränderungen der Finanzierungsstruktur und partiellen Finanzierungsengpässen über eine stärker ergebnisorientierte Leistungsbewertung bis hin zu einer stärkeren Betonung der Beiträge wissenschaftlicher Forschung zur Innovationstätigkeit der Unternehmen. Änderungen der weltwirtschaftlichen Arbeitsteilung, Beschleunigung der Diffusion neuen Wissens sowie die Verkürzung der Produktlebenszyklen und Imitationszeiten drängen nach der schnelleren Umsetzung von wissenschaftlichen Ergebnissen in neue Produkte und Prozesse. Parallel zum strukturellen Wandel in der Wirtschaft erweitert sich das Spektrum der für die Wirtschaft relevanten Forschungs- und Ausbildungsaktivitäten öffentlicher Forschungseinrichtungen. Zudem ist in vielen Wissenschafts- und Technologiebereichen ein Trend zur Verteuerung moderner Forschung zu beobachten, dem eine zunehmende Knappheit an öffentlichen Geldern gegenübersteht.

Universitäten und außeruniversitäre Forschungsinstitute bilden für viele Unternehmen eine wichtige Informationsquelle für Innovationsaktivitäten. Dies gilt insbesondere für die neuen, forschungsintensiven und wissensbasierten Technologiefelder wie Biotechnologie, Mikroelektronik oder neue Materialien. In diesen Gebieten hat sich auch der zeitliche Abstand zwischen Grundlagenforschung und Umsetzung in neue Produkte und Verfahren verkürzt. Auch deshalb kommt der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft eine steigende Bedeutung zu. So wurde jüngst in mehreren Studien für die Biotechnologie (vgl. auch Abschnitt 6.2) eine unmittelbare Bedeutung der Interaktion zwischen Wirtschaft und Wissenschaft anhand von Studien zum Unternehmenswert oder zu Patenten nachgewiesen.[102)]

Weite Teile der wissenschaftlichen Forschung werden nicht mit dem unmittelbaren Ziel einer wirtschaftlichen Nutzung betrieben. Dennoch gibt es vielfältige Interaktionen zwischen Wissenschafts- und Technologieentwicklung, sei es durch den direkten Transfer wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zur Wirtschaft, sei es durch indirekte Wissensübertragungswege wie Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. So können Ergebnisse der Grundlagenforschung eine wichtige Orientierung für die weitere Technologieentwicklung durch Unternehmen oder auch anwendungsorientierte Forschungseinrichtungen geben. Eine weitere enge Verbindung resultiert aus dem Wechsel von Wissenschaftlern aus Hochschulen und anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen zu Industrieunternehmen und umgekehrt. Auch von daher haben in einer mittel- bis langfristigen Perspektive die Strukturen der Wissenschaft einen erheblichen Einfluss auf die technologische Entwicklung. Allerdings sollte bei aller Bedeutung nicht vergessen werden, dass die wichtigste Funktion der Hochschulen in der Ausbildung von qualifiziertem Nachwuchs besteht.

---

101) Die Ausführungen in diesem Kapitel beruhen wesentlich auf der Studie „Wissens- und Technologietransfer in Deutschland“, die im Auftrag des BMBF von FhG-ISI, ifo und ZEW im Jahr 2000 erstellt wurde. Diese Studie ist auch im Buchhandel erhältlich: U. Schmoch, G. Licht und M. Reinhard (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart.

102) Siehe beispielsweise Darby und Zucker (1999), McMillan et al. (2000)

Die Förderung der Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ist ein zentrales Anliegen der Innovationspolitik. In den letzten 20 Jahren sind hier eine Vielzahl von Maßnahmen zur Intensivierung des Technologietransfers vorgeschlagen und auch realisiert worden. Das Wiederaufleben der Diskussion zum Wissens- und Technologietransfer ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass die **konzeptionellen Entwürfe** über den Verlauf von Innovationsprozessen weiterentwickelt wurden. In der ersten Phase der Debatte um den Technologietransfer überwogen noch lineare Innovationsmodelle, die eine Abfolge der Phasen der Grundlagenforschung, angewandter Forschung, Entwicklung und Markteinführung postulierten. Nach diesem Entwurf sind wissenschaftliche Einrichtungen für die Grundlagenforschung, Unternehmen für die angewandte Forschung, Entwicklung und Markteinführung „zuständig“. Technologietransfer ist in dieser Sicht lediglich ein punktueller Vorgang am Übergang von grundlegender zu angewandter Forschung, und die Forschungsergebnisse wissenschaftlicher Einrichtungen liefern lediglich auf lange Frist gesehen Impulse für die Innovationstätigkeit der Unternehmen.

Diese postulierte Phasenabfolge gilt inzwischen nicht mehr als eine zutreffende Beschreibung von Innovationsprozessen. Diese sind in aller Regel nicht durch eine strikte Phasenabfolge gekennzeichnet, vielmehr laufen unterschiedliche Innovationsphasen parallel ab: Ergebnisse der Grundlagenforschung besitzen in kurzer Zeit Umsetzungsrelevanz (beispielsweise in der Biotechnologie); Unternehmen greifen in unterschiedlichen Innovationsphasen auf das Know-how wissenschaftlicher Einrichtungen zurück. Wissens- und Technologietransfer ist keine Einbahnstraße, entlang der Know-how wissenschaftlicher Einrichtungen zur Wirtschaft transportiert wird. Auch die Wissenschaft erhält für ihre originären Forschungsaufgaben Impulse und Anregungen aus der Wirtschaft. Damit können einzelne Phasen von Innovationsprozessen nicht mit Forschungstypen wie Grundlagenforschung, angewandte Forschung oder Entwicklung gleichgesetzt werden. Vielmehr gibt es in jeder Innovationsphase alle Forschungstypen parallel, wenn auch mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung. Andererseits ist es möglich, Wissenschaft und Wirtschaft, zumindest in ihrer Schwerpunktsetzung, mit verschiedenen Forschungstypen (reine und orientierte Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Entwicklung) zu assoziieren. Während sich wissenschaftliche Einrichtungen auf die (reine und orientierte) Grundlagenforschung und die angewandte Forschung konzentrieren, liegt der Schwerpunkt bei Unternehmen auf angewandter Forschung und Entwicklung und in einigen Technologien auch im Bereich der orientierten Grundlagenforschung.[103] Die an den Phasen beteiligten Institutionen und Forscher verfolgen unterschiedliche Ziele, orientieren sich an unterschiedlichen Normen und sind in unterschiedliche Anreizsysteme eingebunden, die wesentlichen Einfluss auf die Dynamik der Wissensentwicklung besitzen[104].

[103] Zu den Begriffen „reine“ bzw. „orientierte“ Grundlagenforschung vgl. das Frascati-Handbuch der OECD.

[104] Für eine ausführlichere Darstellung vgl. Schmoch et al. (2000), Gibbons et al. (1994) oder Etzkowitz und Leydesdorff (1997).

9.1 Die öffentliche Forschungslandschaft in Deutschland

Anteil öffentlicher Einrichtungen an der Durchführung von FuE-Aktivitäten

An Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen werden in Deutschland ca. 31 % der FuE-Aufwendungen verausgabt, ca. 37 % des FuE-Personals arbeiten in öffentlichen Einrichtungen. Im internationalen Vergleich nimmt Deutschland damit einen Mittelplatz im Hinblick auf die relative Bedeutung der öffentlichen Forschung ein. Deutlich geringere Anteile verzeichnen beispielsweise die USA oder Schweden. Gemessen an den FuE-Ausgaben oder dem FuE-Personal liegt der Durchführungsanteil der öffentlichen FuE-Institutionen in Italien oder den Niederlanden deutlich höher. Im Kontext der abnehmenden Bedeutung militärischer FuE ging auch der Anteil der in öffentlichen Einrichtungen durchgeführten FuE-Aktivitäten in verschiedenen Ländern zurück (u. a. USA, Frankreich, Schweden). Zudem war in einigen Ländern im Zuge des starken Ausbaus der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft (vor allem Schweden, USA) ein relativer Rückgang des Anteils öffentlicher Einrichtungen festzustellen. Ähnliches lässt sich in Deutschland beobachten: Seit 1997 steigt der Anteil der Wirtschaft bei der Durchführung von FuE wieder an, während er in der ersten Hälfte der 90er-Jahre noch zurückging. In ihren Grundzügen blieb aber die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in den Neunzigerjahren in Deutschland unverändert.

In Deutschland hat sich – wie in den meisten kontinentaleuropäischen Ländern – ein weit gefächertes Netz an FuE-Einrichtungen etabliert. Dabei sind Universitäten und Fachhochschulen für ca. 55 % der Durchführung von FuE-Aktivitäten verantwortlich. Der Rest entfällt auf verschiedene wissenschaftliche Einrichtungen wie die Helmholtz-Gemeinschaft, die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft oder Bundes- oder Landesinstitutionen mit FuE-Aufgaben. In einer Reihe von angelsächsischen Ländern (USA, Kanada, Großbritannien)

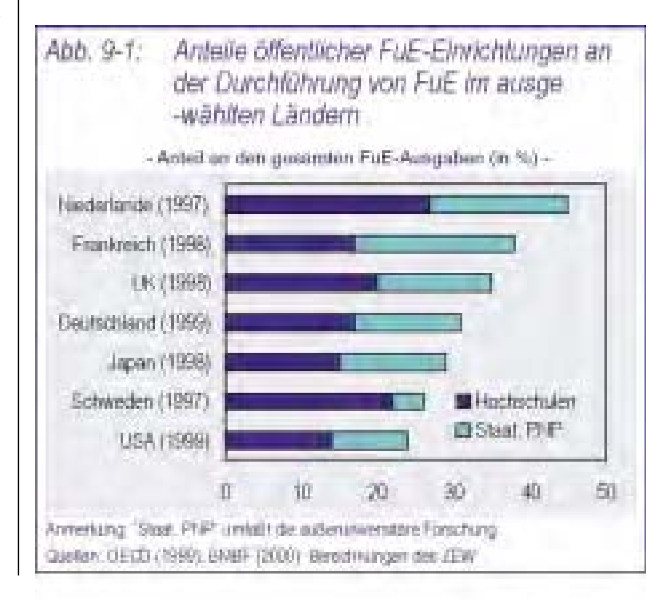


Abb. 9-1: Anteile öffentlicher FuE-Einrichtungen an der Durchführung von FuE im ausgewählten Ländern

- Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben (in %) -

Anmerkung: "Staat, PNP" umfaßt die außeruniversitäre Forschung
Quellen: OECD (1999), BMBF (2000), Berechnungen des ZEW

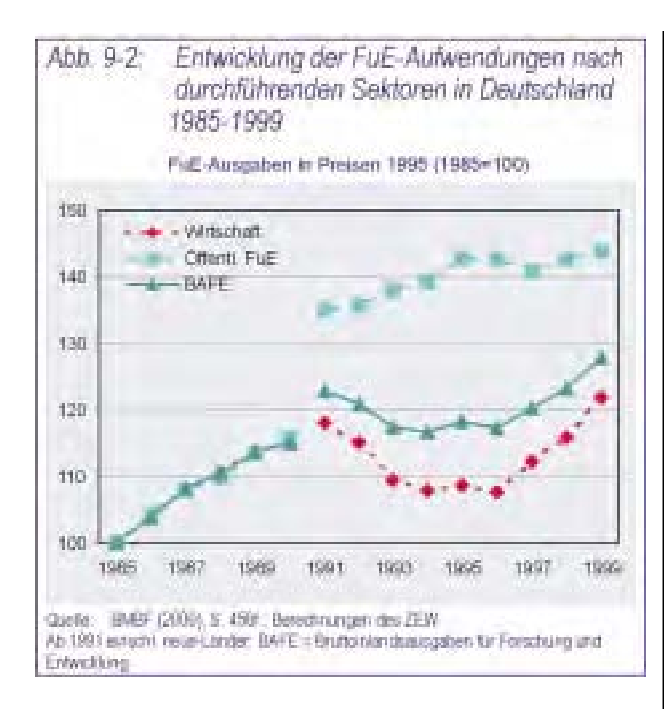


Abb. 9-2: Entwicklung der FuE-Aufwendungen nach durchführenden Sektoren in Deutschland 1985-1999

Quelle: BMBF (2000), S. 459f.; Berechnungen des ZEW
Ab 1991 einschl. neue Länder. BAFE = Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung

stützt sich das System staatlicher FuE stärker auf das Universitätssystem. In Ostmitteleuropa dominiert dagegen häufig noch die außeruniversitäre Forschung. Generell macht sich jedoch innerhalb des öffentlichen FuE-Sektors eine Strukturverschiebung zugunsten der Hochschulforschung bemerkbar.

Charakterisierung der deutschen Forschungslandschaft

Deutschland verfügt über eine vielfältige Forschungslandschaft mit unterschiedlichem organisatorischen Zuschnitt, unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten und Aufgabenstellungen. Daraus resultiert ein breites Spektrum von Anknüpfungspunkten für eine Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. Die wesentlichen Einrichtungen der öffentlichen Forschung in Deutschland sind:

In den 110 **Universitäten** (darunter 75 allgemeine Universitäten und 13 Technische Universitäten), 157 **Fachhochschulen** und 51 **Kunsthochschulen** arbeiten ca. 365 000 Personen darunter 101 000 Personen mit FuE-

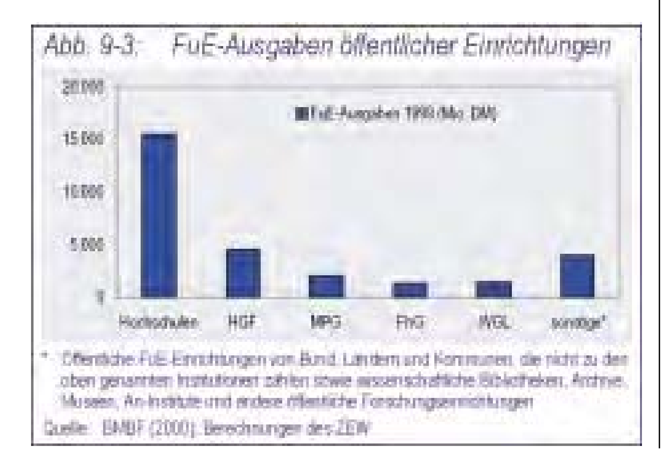


Abb. 9-3: FuE-Ausgaben öffentlicher Einrichtungen

* Öffentliche FuE-Einrichtungen von Bund, Ländern und Kommunen, die nicht zu den oben genannten Institutionen zählen sowie wissenschaftliche Bibliotheken, Archive, Museen, An-Institute und andere öffentliche Forschungseinrichtungen
Quelle: BMBF (2000); Berechnungen des ZEW

Aufgaben.[105] Unter dem Blickwinkel der technologischen Leistungsfähigkeit stehen die technischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Fachbereiche der **Universitäten** im Vordergrund. Aber auch in sozialwissenschaftlichen Fachbereichen wird an Forschungsprojekten gearbeitet, die mittelbar die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft tangieren. Während die allgemeinen Universitäten (Uni) stärker der Grundlagenforschung verpflichtet sind, spielt in den Technischen Universitäten (TU) auch die angewandte Forschung und Entwicklung eine wichtige Rolle. Entsprechend intensiv sind dort auch die Kooperationsbeziehungen mit der Wirtschaft. Das Forschungspotenzial an **Fachhochschulen** ist deutlich geringer. Forschung als Dienstaufgabe der Lehrenden ist von untergeordneter Bedeutung und findet primär im Rahmen kleiner, anwendungsnaher Projekte statt, häufig in Kooperation mit regional ansässigen kleinen und mittleren Unternehmen.

In der **Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF)** sind 16 mittlere und große Forschungsinstitutionen zusammengefasst. Außerhalb der Universitäten stellt die HGF die größte Forschungsorganisation in Deutschland dar. Auf sie entfällt ca. 1/6 der FuE-Ausgaben der öffentlichen Forschung in Deutschland. Die HGF-Einrichtungen decken ein breites Forschungsspektrum ab, das vom Betrieb von Großgeräten der Grundlagenforschung, über langfristorientierte, technisch anspruchsvolle Grundlagen (z. B. im Bereich der Raumfahrt, Medizin, Bio-, Informations- und Umwelttechnik) bis hin zu Arbeiten im Vorfeld der Anwendung und zum Bau von Prototypen reicht. Die HGF zeichnet sich durch ein breites thematisches Spektrum in den Forschungsaufgaben aus, wobei es gleichzeitig vielfältige Überlappungen in der wissenschaftlichen Ausrichtung der einzelnen Institute gibt.

Die **Max-Planck-Gesellschaft (MPG)** unterhält 76 Forschungsinstitute in Deutschland und zwei im Ausland und wird ebenso gemeinsam von Bund und Ländern finanziert. Die Aufgabe der MPG-Einrichtungen besteht in der Durchführung exzellenter Grundlagenforschung häufig in enger Kooperation mit Universitäten. Thematisch umfasst die MPG biologisch-medizinische, chemisch-physikalische und gesellschaftswissenschaftliche Grundlagenforschung.

Die **Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL)** umfasst 84 Einrichtungen (darunter 33 in den neuen Ländern), die jeweils zur Hälfte aus Bundesmitteln und Mitteln des Bundeslandes des Unternehmenssitzes finanziert werden. Ihr gehören nahezu alle „Blaue-Liste-Einrichtungen" an. Die Aufgabenstellung der WGL-Institute kann als sehr heterogen bezeichnet werden. Sie umfasst einerseits Einrichtungen mit reinen Dienstleistungsaufgaben für die Wissenschaft (Bibliotheken, Informationszentren, Museen) und andererseits wissenschaftliche Forschungsinstitute. WGL-Institute for-

[105] Zahlen entnommen aus BMBF (2000). Circa 51 % der FuE-Kapazität dürfte dabei auf die allgemeinen Hochschulen, 17 % auf die Technischen Hochschulen, 8 % auf Fachhochschulen und der Rest auf medizinische Einrichtungen entfallen.



Abb. 9-4: Ausrichtung der Forschung in ausgewählten Forschungseinrichtungen

N=347 Forschungseinheiten
Quelle: Schmoch et al. (2000)

schen in den Wirtschafts-, Sozial-, Geistes-, Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung (FhG)** umfasst derzeit 48 Institute. Die wesentliche Aufgabe der FhG-Institute besteht in der Auftragsforschung für die Wirtschaft und öffentliche Einrichtungen. Daneben verfügt die FhG auch über geringe Mittel für Vorlaufforschung in neuen Forschungsbereichen und zur Sicherung der wissenschaftlichen Qualität der Forschungsarbeiten. In den letzten Jahren wurden zunehmend Forschungsaufträge aus der Wirtschaft durchgeführt. Ihr Finanzierungsbeitrag beläuft sich inzwischen auf knapp 40 %. Zur Stärkung der FuE-Infrastruktur in der Informationstechnik soll die GMD, bislang ein Forschungszentrum der HGF, in die FhG eingegliedert werden.

Neben diesen vier großen Verbünden der außeruniversitären Forschung existieren in Deutschland noch eine Reihe von **Bundeseinrichtungen mit Forschungsaufgaben** und eine Vielzahl kleiner und mittelgroßer Forschungseinrichtungen, die ausschließlich von den Ländern getragen werden.

Positionierung der wissenschaftlichen Einrichtungen unter dem Blickwinkel des Technologietransfers

Hinsichtlich des Wissens- und Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zeigen sich deutliche Unterschiede sowohl im Hinblick auf Voraussetzungen als auch das Ausmaß und die Ausrichtung zwischen den genannten Institutionen. Anhand eines „Portfolio“[106] lassen sich einzelne öffentliche Forschungseinrichtungen typisieren. Dabei werden zum einen die strukturell bedingten Voraussetzungen für Transferaktivitäten als Indikator für das Transferpotenzial und zum anderen das Ausmaß an Transferaktivitäten mit der Wirtschaft einander gegenübergestellt. Abb. 9-5 zeigt die Positionierung der einzelnen Forschungseinrichtungen im Rahmen eines solchen Portfolios. Die Größe der Kreise korrespondiert dabei mit den von den Einrichtungen wahrgenommenen Transferhemmnissen.

Wie die Abbildung zeigt, sind die einzelnen „Typen“ von Forschungseinrichtungen in sich keineswegs homogen. Bei allen „Typen“ können Forschungseinheiten (einzelne Institute, Fakultäten, Lehrstühle) beobachtet werden, die stark von der durchschnittlichen Position der Institution abweichen. Dabei ist die Streuung bei den Hochschulen und der HGF besonders hoch, bei der FhG, MPG und WGL[107] vergleichsweise gering.

Die Abbildung veranschaulicht die bestehende Arbeitsteilung zwischen den einzelnen Einrichtungen der öffentlichen Forschung in Deutschland. Die FhG und die Technischen Universitäten (TU) sind dabei die potenziell wirtschaftsnächsten Institutionen, während die MPG die am stärksten auf eine relativ anwendungsferne Grundlagenforschung ausgerichtete Institution darstellt. Die FhG-Institute nutzen ihre günstigen strukturellen Voraussetzungen für Wirtschaftskontakte zu einem intensiven Wissens- und Technologietransfer. Die TUs verfügen ebenfalls über günstige Voraussetzungen und sind häufig in einem überdurchschnittlichen Maß im Technologie-

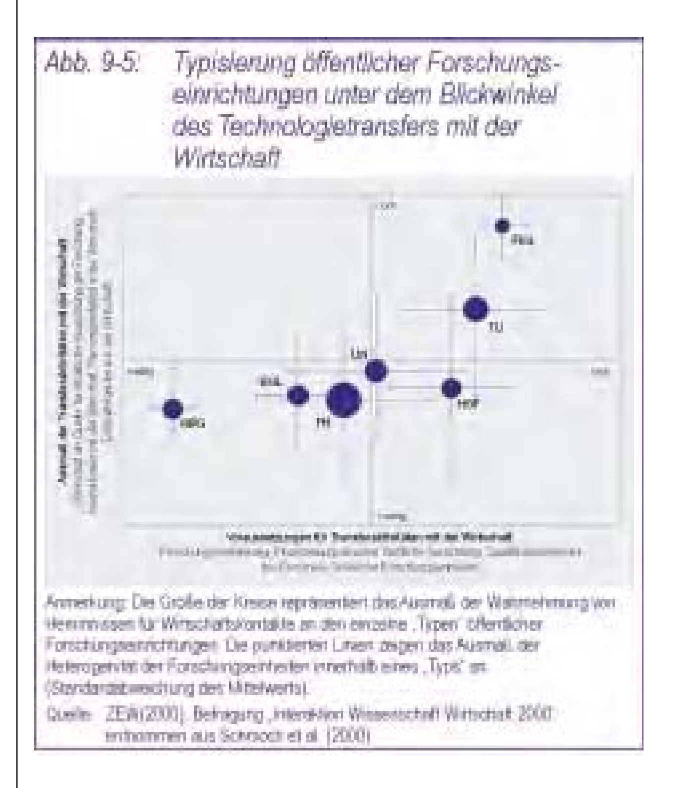


Abb. 9-5: Typisierung öffentlicher Forschungseinrichtungen unter dem Blickwinkel des Technologietransfers mit der Wirtschaft

Anmerkung: Die Größe der Kreise repräsentiert das Ausmaß der Wahrnehmung von Hemmnissen für Wirtschaftskontakte an den einzelne „Typen“ öffentlicher Forschungseinrichtungen. Die punktierten Linien zeigen das Ausmaß der Heterogenität der Forschungseinheiten innerhalb eines „Typs“ an (Standardabweichung des Mittelwerts).

Quelle: ZEW (2000), Befragung „Interaktion Wissenschaft Wirtschaft“ 2000 entnommen aus Schmoch et al. (2000)

[106] Vgl. dazu ausführlich Schmoch et al. (2000), S. 68–73 sowie S. 461–462.

[107] Einbezogen werden hier nur die natur- und ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten Forschungseinheiten. Zu beachten ist, dass die Darstellung lediglich die relative Positionierung der FuE-Einrichtungen untereinander angibt. Die „absoluten“ Differenzen sind dabei nicht interpretierbar.

transfer engagiert. Hohe Personalmobilität, intensive Auftrags- und Gemeinschaftsforschung und eine starke Orientierung der Forschungsinhalte an Impulsen aus der Wirtschaft sind wesentliche Charakteristika. Die HGF-Institute besitzen in aller Regel günstige Voraussetzungen für die Interaktion mit der Wirtschaft. Bei sehr großen Unterschieden zwischen einzelnen Instituten fällt insgesamt gesehen die Interaktion mit der Wirtschaft – gemessen an den Voraussetzungen – eher unterdurchschnittlich aus. Fachhochschulen und Hochschulen verfügen über ähnliche strukturelle Voraussetzungen für die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Jedoch zeigen sich insbesondere bei den Fachhochschulen viele strukturelle Hemmnisse. Charakteristisch für die WGL-Institute sind eher weniger günstige Transfervoraussetzungen. Sie weisen – bei hohen Unterschieden innerhalb der WGL – eine unterdurchschnittliche Interaktion mit der Wirtschaft auf. Die MPG-Institute erreichen trotz deutlich ungünstiger struktureller Rahmenbedingungen für den Technologietransfer ein ähnlich hohes Niveau in der Zusammenarbeit mit der Wirtschaft wie die HGF und die WGL.

9.2 Formen des Wissens- und Technologietransfers aus der Sicht der Wissenschaft

Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft besteht nicht nur in der Verwertung so genannter „Spin-off“-Erfindungen, also der Überführung von „zufälligen“ Ergebnissen der Grundlagenforschung, die sich als anwendungsrelevant erweisen. In einer breiteren Perspektive des Wissens- und Technologietransfers erweist sich dagegen eine Vielzahl von Transferformen als möglich. Wesentliche Formen sind die Auftrags- und kooperative Forschung, wissenschaftliche Publikationen, der informelle Informationsaustausch, Ausbildung von Fachkräften, temporärer Personalaustausch, Diplom- und Doktorarbeiten, Unternehmensgründungen durch Wissenschaftler oder auch Demonstrationszentren. Keiner dieser Mechanismen ist ein optimales Instrument, das andere Formen überflüssig macht. Die Mechanismen laufen vielmehr parallel, greifen ineinander und ergänzen sich gegenseitig.

Die **Wahl der Transferform** hängt von mehreren Faktoren ab: den Eigenschaften des auszutauschenden Wissens, insbesondere ob es in kodifizierter, in Technologien inkorporierter Form vorliegt (und damit tendenziell leichter handelbar ist) oder ob es als „tacit knowledge“ in den Köpfen von Individuen oder den Strukturen von Organisationen existiert; den Bestrebungen und den Möglichkeiten, Dritte von der Nutzung des Wissens auszuschließen; der kommerziellen Verwertbarkeit des Wissens, insbesondere der Unsicherheit über die künftigen Erträge und der individuellen Aneigenbarkeit dieser Erträge; den unterschiedlichen Anreizsystemen und Hemmfaktoren für die Aufnahme von Transferaktivitäten sowie den spezifischen Transfer- und Absorptionskapazitäten der beteiligten Akteure aus den öffentlichen Forschungseinrichtungen und den Unternehmen.

Die Tab. 9-1 zeigt die Bedeutung verschiedener Kanäle des Wissens- und Technologietransfers aus der Sicht der wissenschaftlichen Einrichtungen. Die starke Wirtschaftsorientierung der **FhG** kommt in einer grundsätzlich hohen Bedeutung der meisten Interaktionskanäle zum Ausdruck. Die Anwendungsnähe der FuE-Aktivitäten an den FhG-Instituten zeigt sich an der großen Bedeutung, die Gemeinschaftsforschung mit und Auftragsforschung für Unternehmen als Wissens- und Technologietransferkanal hat. Forschungseinheiten an Unis (die stärker grundlagenorientiert sind und Schwerpunkte in den weniger wirtschaftsnahen naturwissenschaftlichen Fächern Physik und Mathematik haben), stellen ihre Wirtschaftskontakte in erster Linie „passiv“ über Veröffentlichungen ihrer Forschungsergebnisse her. An **TUs** spielen zudem die Kanäle Gemeinschafts- bzw. Auftragsforschung, Vorträge bei Unternehmen und frühere Unternehmenstätigkeit eine größere Bedeutung und zeigen die stärkere Rolle des direkten Transfers an diesem Einrichtungstyp an.

Diplom-/Doktorarbeiten in Verbindung mit Unternehmen sind vor allem für die Hochschulen ein wichtiger Interaktionskanal (für die FHs der mit Abstand wichtigste), aber auch die FhG misst dieser Kontaktform eine größere Bedeutung bei. HGF-Institute erwarten künftig eine starke Bedeutungszunahme dieser Form der Kontakte mit der Wirtschaft. Bei Instituten der **MPG, WGL** und **HGF** sind Veröffentlichungen jeweils der wichtigste Interaktionskanal. Unter den direkten Transferformen kommt dort der Gemeinschaftsforschung und Vorträgen bei Unternehmen eine größere Bedeutung zu. Für die stark grundlagenorientierte MPG haben dabei wissenschaftliche Publikationen ein besonders starkes Gewicht, demgegenüber spielt Auftragsforschung für Unternehmen als Interaktionskanal keine Rolle. Die HGF-Institute erwarten bei den meisten Kontaktformen eine Bedeutungszunahme in der Zukunft, was als beabsichtigte Intensivierung der Kontakte zur Wirtschaft interpretiert werden kann.

Die **FHs** zeigen ein deutlich unterschiedliches Muster: Die Personalmobilität ist vergleichsweise weniger wichtig. Die starke Lehrorientierung der FH spiegelt sich in der herausragenden Bedeutung von Diplomarbeiten für Wirtschaftskontakte wider; die starke Wirtschaftsorientierung kommt in der großen Bedeutung früherer Unternehmenstätigkeit zum Ausdruck. Die FHs erwarten eine steigende Bedeutung aller Transferkanäle, insbesondere wenn es gelingt, die Forschungsbasis der FHs weiter zu stärken.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Aus der Sicht der öffentlichen Forschungseinrichtung stellen **Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften** den wichtigsten Transferkanal dar. Bei Unis, TUs, MPG, HGF und WGL ist dies eindeutig der wichtigste Interaktionskanal, und auch die FhG-Institute bewerten diese Form des Wissenstransfers und der Kontaktherstellung als wichtig. Im Gegensatz zur hohen Aufmerksamkeit in der öffentlichen Diskussion steht die geringe Bedeutung von **Unternehmensgründungen durch Mitarbeiter** als Transferkanal für neue wissenschaftliche Ergebnisse. Andererseits erwarten durchweg alle Forschungsinstitutionen eine deutliche Zunahme dieses Kontaktmechanismus

Tab. 9-1

Bedeutung unterschiedlicher Kanäle für den Wissens- und Technologietransfer mit der Wirtschaft aus der Sicht wissenschaftlicher Einrichtungen

	Uni	TU	FH	MPG	HGF	FhG	WGL
Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in wissensch. Zeitschriften	2,2 (-0,0)	2,1 (+0,1)	1,3 (+0,2)	2,8 (+0,1)	2,2 (0,0)	2,0 (+0,1)	2,4 (+0,1)
Gemeinschaftsforschung bzw. Forschungskooperat. mit Unternehmen	1,6 (+0,3)	2,1 (+0,2)	1,7 (+0,4)	1,6 (+0,4)	1,7 (+0,5)	2,9 (+0,1)	2,2 (+0,1)
Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in Magazinen, Zeitungen	1,2 (+0,1)	1,4 (+0,2)	1,2 (+0,2)	2,2 (+0,1)	1,6 (+0,1)	2,2 (+0,2)	1,7 (+0,2)
Vorträge bei Unternehmen bzw. unternehmensnahen Organisationen	1,4 (+0,2)	1,6 (+0,1)	1,5 (+0,3)	1,5 (+0,2)	1,5 (+0,3)	2,6 (+0,1)	1,7 (+0,3)
Kontakte aus einer früheren Tätigkeit in der Wirtschaft	1,0 (+0,1)	1,7 (+0,0)	2,1 (+0,0)	1,2 (0,0)	1,0 (+0,1)	2,0 (+0,2)	0,9 (+0,3)
Diplom- bzw. Doktorarbeiten in Verbindung mit Unternehmen	1,3 (+0,3)	1,8 (+0,2)	2,5 (+0,0)	0,9 (+0,2)	0,9 (+0,4)	1,6 (+0,2)	1,0 (+0,3)
Auftragsforschung für Unternehmen	1,2 (+0,3)	1,8 (+0,2)	1,4 (+0,5)	0,3 (+0,2)	1,2 (+0,5)	2,9 (0,0)	1,3 (+0,3)
Personalmobilität (Wechsel von Mitarbeitern in die Wirtschaft)	1,4 (+0,4)	1,6 (+0,4)	0,9 (+0,4)	1,6 (+0,3)	1,3 (+0,4)	2,0 (+0,2)	1,2 (+0,5)
Gemeinsame Veröffentlichungen u. Patentanmeldungen m. Unternehmen	0,8 (+0,4)	1,0 (+0,2)	0,8 (+0,4)	1,1 (+0,5)	1,0 (+0,5)	1,9 (+0,2)	1,3 (+0,3)
Weiterbildung für Unternehmen, Lehraufträge für Unternehmen	0,7 (+0,4)	0,9 (+0,4)	1,3 (+0,5)	0,7 (+0,1)	0,7 (+0,3)	1,4 (+0,4)	0,7 (+0,3)
Unternehmensgründung von Mitarbeitern der Forschungseinheit	0,6 (+0,5)	0,8 (+0,5)	0,6 (+0,5)	0,9 (+0,6)	0,7 (+0,6)	1,0 (+1,0)	0,8 (+0,6)

Anmerkung: Die angegebenen Werte sind die Mittelwerte aus den vier Antwortkategorien (keine = 0, gering = 1, mittel = 2, groß = 3) für die Bedeutung der einzelnen Kanäle in den Jahren 1997 bis 1999. Die erwartete Veränderung der Bedeutung der einzelnen Kanäle in der Zukunft (Abweichung des entsprechenden Mittelwerts für die Bedeutung in der Zukunft vom Mittelwert der Bedeutung in den letzten drei Jahren) ist in Klammern angeführt. Die jeweils wichtigsten Kanäle sind schattiert.

Quelle: Schmoch et al. (2000) n = 831; für zukünftige Bedeutung: n = 804

zur Wirtschaft. Besonders ausgeprägt ist dies an FhG-Instituten. Aber auch die anderen Institutionen gehen von einer klaren Bedeutungszunahme von Spin-off-Gründungen für die Zukunft aus. Evident ist dies auch durch die in den Neunzigerjahren gestiegenen Ausgründungen aus der HGF (1998: ca. 40 Neugründungen), der MPG (5) und der FhG (ca. 15 bis 20). Auch die Personalmobilität soll nach Einschätzung der wissenschaftlichen Einrichtungen in Zukunft wichtiger werden. Deutlich wird auch, dass die wissenschaftlichen Einrichtungen von einer **steigenden Bedeutung von FuE-Kooperationen mit der Wirtschaft** und der Auftragsforschung für die Wirtschaft ausgehen.

9.3 Publikationsaktivitäten der großen Wissenschaftseinrichtungen

Aus der Sicht der wissenschaftlichen Einrichtungen stellt die wissenschaftliche Publikationstätigkeit den zentralen Weg der Weitergabe von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen an die Wirtschaft dar. Die **techniknahen Publikationen** (vgl. Abb. A-1) der Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen sind seit Anfang der 80er-Jahre deutlich gestiegen und liegen heute im Schnitt viermal so hoch wie damals. Die Institute der Leibniz-Gemeinschaft (WGL) haben die stärkste Dynamik entwickelt, gefolgt von der FhG und der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF). Dies ist z. T. auf die Eingliederung und den Neuaufbau von Forschungseinrichtungen in den neuen Ländern zurückzuführen. Allerdings ist bei einem solchen Vergleich zu beachten, dass erhebliche Unterschiede zwischen den Einrichtungen hinsichtlich des Volumen ihres Forschungspersonals bestehen. Die Publikationsintensitäten zeigen, dass das Publikationsverhalten der verschiedenen Einrichtungen im Wesentlichen korrespondiert mit ihrer spezifischen Aufgabe im System der öffentlichen Forschung. Die höchsten Publikationsintensitäten finden sich in den stärker grundlagenforschungsorientierten Einrichtungen wie der MPG und den Hochschulen. Eine deutlich geringere Publikationsintensität weisen dagegen die Institute der FhG aus.

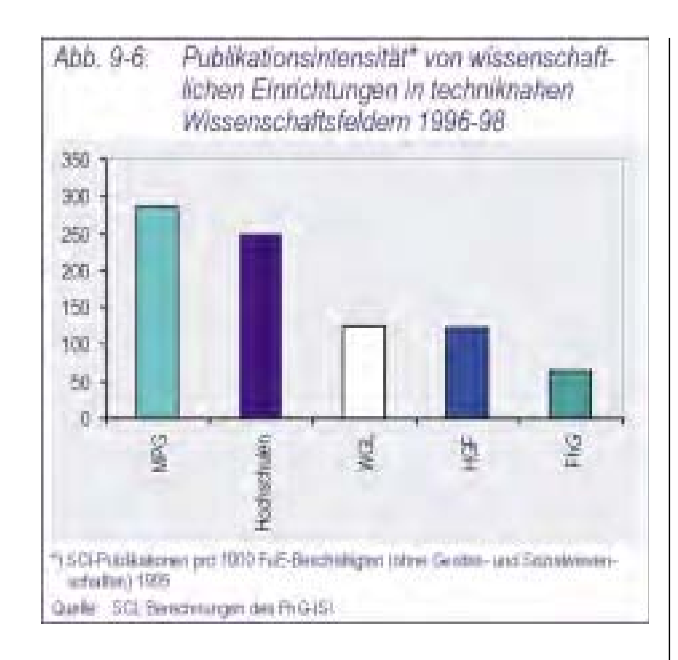


Abb. 9-6: Publikationsintensität* von wissenschaftlichen Einrichtungen in techniknahen Wissenschaftsfeldern 1996-98

Dynamische Wachstumsfelder in der internationalen Publikationstätigkeit

Deutschland hat in den 90er-Jahren seinen Publikationsanteil in der weltweiten Wissenschaft überdurchschnittlich steigern können. Dabei hat sich Publikationsgeschehen zunehmend auf Lebenswissenschaften (Medizin, Biotechnologie), Materialforschung (u. a. Polymere), Informationstechnik (Datenverarbeitung, Optik, Mikroelektronik) sowie Umweltforschung (Ökologie, Klima, Umwelttechnik) verlagert. Die Chemie (Grundstoffchemie, organische Chemie) gehört dagegen nicht mehr zu den dynamischen Feldern der Wissenschaft.

In einigen dynamischen Feldern ist Deutschland sehr gut vertreten, in anderen eher schwach. Deutsche Stärken liegen im Bereich der Materialforschung (Physik, Polymere), Schwächen in den Informationswissenschaften (Datenverarbeitung, Mikroelektronik). In den Lebenswissenschaften (Biotechnologie, Medizin, Biologie) kann die deutsche Wissenschaft mit der internationalen Dynamik Schritt halten. Die nach wie vor hervorgehobene Position der Physik zeigt sich im Kontext der Materialforschung und Informationstechnik, für die sie wichtige grundlegende Erkenntnisse bereitstellt.[108)]

Spezialisierungsmuster der wissenschaftlichen Forschung

Anhand der Publikationen in Fachzeitschriften kann auch die inhaltliche Ausrichtung der wissenschaftlichen Forschung abgebildet werden. Die relative Position einer Volkswirtschaft in den jeweiligen Wissenschaftsbereichen kann im Rahmen einer Spezialisierungsanalyse herausgearbeitet werden. Ein Zeitvergleich des Spezialisierungsmusters erlaubt, grundlegende Strukturveränderungen in den 90er-Jahren aufzudecken.

Im internationalen Vergleich ist die deutsche Wissenschaft überproportional in den Bereichen Nukleartechnik, Physik, Materialforschung, Mess- und Regeltechnik, Polymere, organische- und Grundstoffchemie vertreten (vgl. Abb. 9-7). Neuerdings ergibt sich auch ein positiver Index für die Optik. Im strategischen Feld Biotechnologie liegt Deutschland im Weltdurchschnitt, was angesichts der erheblichen Aktivitäten der USA in diesem Bereich bemerkenswert ist. Allerdings konzentrieren sich die meisten großen Industrieländer vergleichsweise stärker auf die Biotechnologie. In der Elektrotechnik, die hier auch die Mikroelektronik umfasst, und der Telekommunikation ist der deutsche Spezialisierungsindex ausgeprägt negativ und hat sich im Zeitverlauf weiter verschlechtert. Auch im Fach „Ökologie, Klima“ ist der deutsche Beitrag begrenzt. Datenverarbeitung und Medizin zählen nicht zu

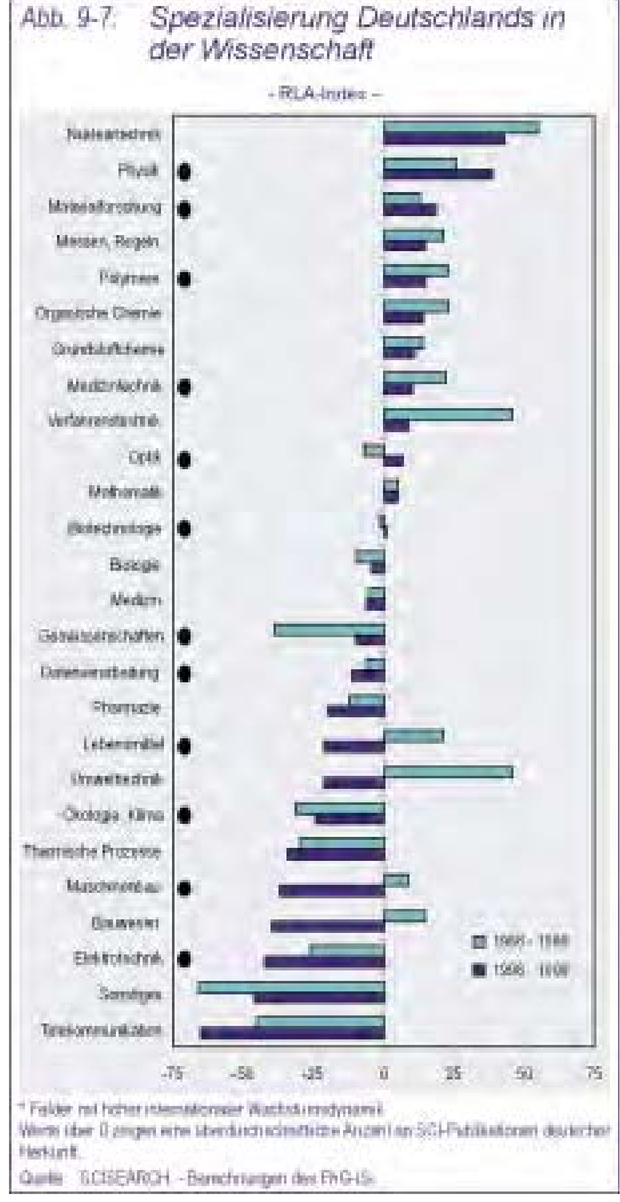


Abb. 9-7: Spezialisierung Deutschlands in der Wissenschaft

108) Der starke Rückgang des Spezialisierungsindexes im Maschinenbau stellt im Wesentlichen ein Artefakt dar und beruht auf einer veränderten Politik des Datenbankproduzenten. Die heutige Position bildet allerdings die Realität besser ab. Ähnliches gilt auch für die Verfahrenstechnik und das Bauwesen.

den Feldern, auf denen Deutschland überdurchschnittlich stark publiziert. Vor allem die sehr hohen Aktivitäten der USA setzen hier die Maßstäbe. Die unterdurchschnittliche Spezialisierung der deutschen Wissenschaft auf die Medizin ergibt sich auch für die meisten Teilfelder der Medizin. (zu Details vgl. OECD 2000).

Im internationalen Raum gibt es ausgeprägte länderspezifische Strukturen. Das deutsche Spezialisierungsmuster ist diametral entgegengesetzt zum amerikanischen und kanadischen Profil, weist jedoch sehr viele Ähnlichkeiten mit Frankreich und der Schweiz im Bereich der „techniknahen Wissenschaften“ und mit Italien in allen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen auf. Die Niederlande und Schweden folgen in ihrer wissenschaftlichen Spezialisierung zunehmend dem angelsächsischen Muster. Japan weist sehr eigenständige Strukturen auf mit Betonung auf der Elektrotechnik (einschl. Mikroelektronik), der Pharmazie und der Materialforschung.

Abgesehen von wenigen Ausnahmefällen (Lebensmittel, Verfahrens- und Umwelttechnik, Geowissenschaften) erweist sich das **Spezialisierungsprofil Deutschlands in der Wissenschaft** zwischen den 80er und 90er-Jahren als sehr stabil, obwohl einzelne Felder eine hohe internationale Dynamik aufweisen. Damit hat sich die Wissenschaft – unter Beibehaltung von Stärken und Schwächen – der jeweiligen internationalen Dynamik angepasst. Speziell die USA haben bereits in den 60er- und 70er-Jahren auf Spitzentechnologiebereiche wie die IuK-Technik und die Biotechnologie gesetzt und damit auf Bereiche, die sich auch in der Rückschau als besonders wachstumsstark erwiesen haben. Im direkten Vergleich mit den USA muss eine „nachholende“ Entwicklung betrieben werden. Im weltweiten Vergleich zählen beide Felder nicht zu den ausgesprochenen Schwächen Deutschlands.

Wissenschafts- und Technikprofil Deutschlands im Vergleich

Vergleicht man die Struktur der techniknahen wissenschaftlichen Publikationstätigkeit mit der Struktur der Patentanmeldungen, so zeigt sich nur in einigen Feldern eine korrespondierende Ausrichtung.[109] Da die Publikationen in erster Linie die Aktivitäten der Wissenschaft widerspiegeln, Patente jedoch wesentlich durch die Aktivitäten der Wirtschaft bestimmt werden, liefert eine solche Gegenüberstellung Hinweise, auf welchen Feldern eine Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zur Stärkung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands besonders relevant sein könnte. Gemessen am gesamten Publikations- bzw. gesamten Patentaufkommen lassen sich überdurchschnittliche Publikations- und Inventionsaktivitäten in den Feldern „Mess- und Regeltechnik“, „Polymere“ und „Materialforschung“ feststellen. In der „Pharmazie“, der „Telekommunikation“ und den „Lebensmittel“ zeigten sich sowohl in der Wissenschaft als auch bei der Inventionstätigkeit vergleichsweise geringe Aktivitäten. Deutliche Gegensätze zwischen dem Wissenschafts- und dem Inventionsprofil sind in den sonstigen Feldern auszumachen.

Unter dem Gesichtspunkt der Intensivierung des Austausches von Wissenschaft und Wirtschaft ist relevant, dass der relativ schwachen Patentpositition in den Feldern „Datenverarbeitung“, „Optik“, „Medizintechnik“ und „Biotechnologie“ eine vergleichsweise höhere wissenschaftliche Aktivität gegenüber steht. Alle vier Felder zeichnen sich durch eine überdurchschnittliche wissenschaftliche Dynamik aus. Die deutsche Wissenschaft konnte hier mit der internationalen wissenschaftliche Dynamik im letzten Jahrzehnt Schritt halten; in der „Optik“ und der „Biotechnologie“ war im internationalen Vergleich sogar ein überdurchschnittliches Wachstum zu verzeichnen. Von einer Verbesserung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft können in diesen Feldern wichtige Impulse ausgehen.

9.4 Patentaktivitäten der großen Wissenschaftseinrichtungen

Das Interesse an der wirtschaftlichen Verwertung der Forschungsergebnisse ist aufseiten der wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland in den letzten Jahren gestiegen. Am deutlichsten wird dies am Anstieg der Patentanmeldungen. Zwischen 1977 und 1997 haben sich die Patentanmeldungen aus der Wissenschaft nahezu verzehnfacht. In den letzten Jahren haben gerade die außeruniversitären Forschungseinrichtungen enorme Steigerungsraten zu verzeichnen. Auf Hochschulen entfallen 1997 4,4 %, auf außeruniversitäre FE 2,8 % der Patentanmeldungen in Deutschland (vgl. Abb. 9-8) (Abb. 1-9). Die

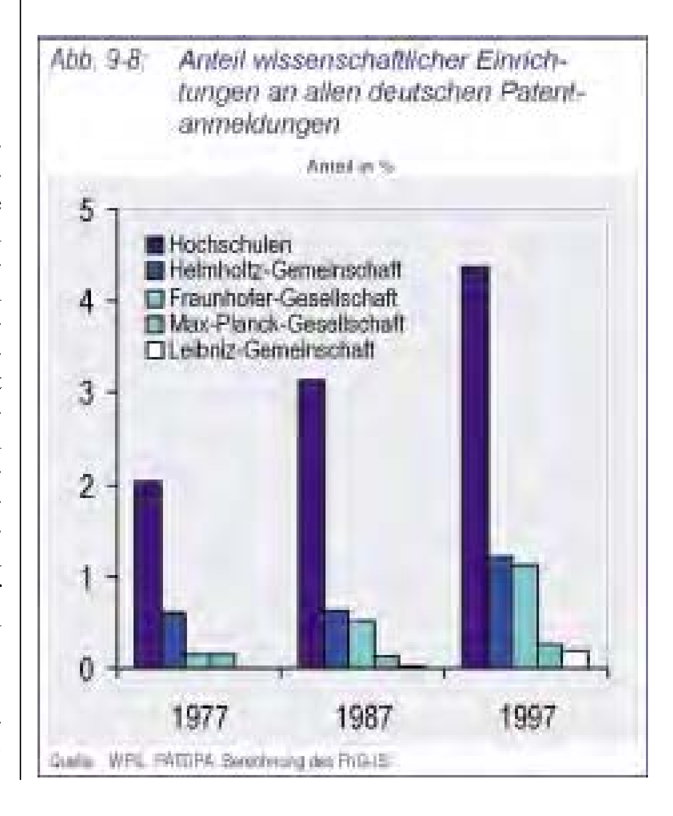


Abb. 9-8: Anteil wissenschaftlicher Einrichtungen an allen deutschen Patentanmeldungen

---

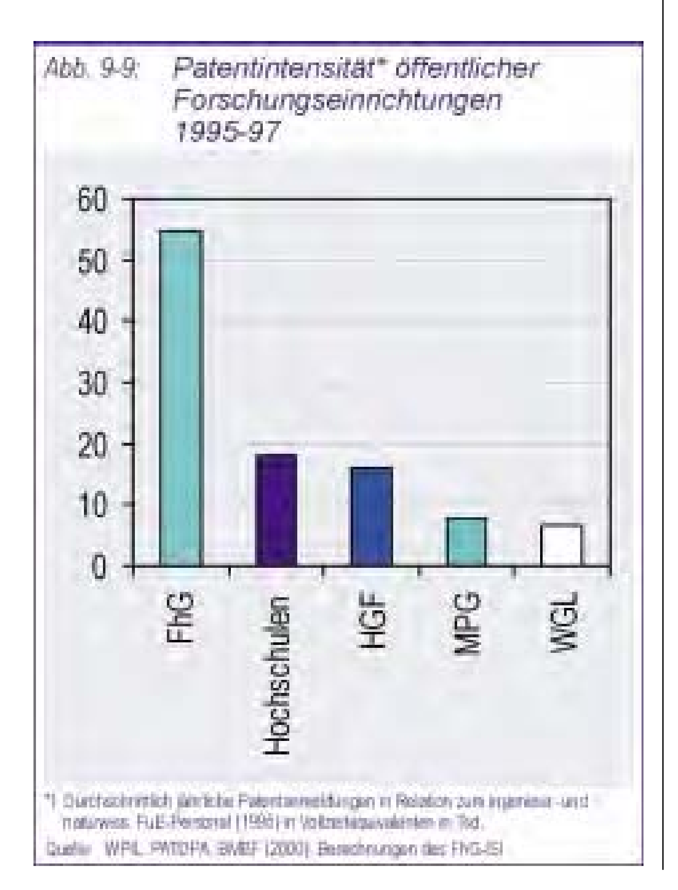
[109] Zur Gegenüberstellung wurden Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt benutzt (vgl. dazu ausführlicher Schmoch et al. 2000, S. 17ff und S. 451ff).

Steigerung der Patentanmeldungen der wissenschaftlichen Einrichtungen übertrifft dabei die Steigerung der Patentanmeldungen aus der Wirtschaft. Insbesondere die Hochschulen konnten in den letzten zwanzig Jahren erhebliche Zugewinne verbuchen.

Ähnlich wie bei den Publikationen spiegeln die Patentanmeldezahlen zum einen die Ausrichtung der FuE-Aktivitäten der Forschungseinrichtung und zum anderen die Größe der FuE-Kapazitäten an den Einrichtungen wider. Dies läßt sich am deutlichsten erkennen, wenn man die Anzahl der Patentanmeldungen auf die Anzahl der FuE-Mitarbeiter in den einzelnen Einrichtungen normiert (vgl. Abb. 9-9) (Abb. 1-8). Danach weisen die FhG-Institute die höchste Patentanmeldeintensität auf. Mit einigem Abstand folgen die Hochschulen – stark geprägt vom Verhalten der technischen Universitäten – und die HGF. Die stärker grundlagenforschungsorientierten Einrichtungen wie die MPG oder die WGL erarbeiten die wenigsten Patentanmeldungen pro Jahr und Mitarbeiter.

In einer Gesamtbetrachtung der öffentlichen Einrichtungen haben die Patentanmeldungen aus der Helmholtz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft meist einen Spin-off-Charakter. Sie repräsentieren häufig grundlegende Neuerungen; häufig bestehen Probleme, Verwertungspartner zu finden. Gleichzeitig kann aber auch festgestellt werden, dass die Lizenzerlöse der HGF und der MPG in den Neunzigerjahren gestiegen sind, auch wenn nur ein vergleichsweise geringer Teil der Patente der Verwertung tatsächlich zugeführt werden kann und im Hinblick auf die möglichen Verwertungserträge hohe Unterschiede bei den Werten der einzelnen Patente bestehen. Patente der Fraunhofer-Gesellschaft entstehen in der Regel in unmittelbarem Kontakt mit Unternehmen und haben eine hohe Umsetzungsrate, viele Erfindungen sind jedoch als Weiterentwicklungen bestehender Technik zu werten. Die Erfindungen der Hochschulen stehen zwischen diesen beiden Typen.

Abb. 9-9: Patentintensität* öffentlicher Forschungseinrichtungen 1995-97



*) Durchschnittlich jährliche Patentanmeldungen in Relation zum ingenieur- und naturwiss. FuE-Personal (1996) in Vollzeitäquivalenten in Tsd.
Quelle: WPIL, PATDPA, BMBF (2000), Berechnungen des FhG-ISI

9.5 Wissens- und Technologietransfer durch „Transfer über Köpfe“

Eine der zentralen Funktionen des Wissenschaftssystems ist die Ausbildung von hoch qualifiziertem Personal, das die an wissenschaftlichen Einrichtungen erworbenen Kenntnisse in Wirtschaft oder staatlicher Verwaltung anwendet und so zum Wissenstransfer beiträgt. Der quantitativ bedeutendste Teil dieses Transfermechanismus ist sicherlich die Ausbildung von Studenten und Studentinnen an Hochschulen. Der Wechsel von Forschern von ihrer bisherigen Tätigkeit in Forschungseinrichtungen an eine andere Stelle ist zwar quantitativ weniger bedeutsam, in qualitativer Hinsicht jedoch ein zentraler Transferkanal, da über diesen Kanal vor allem auch das anderweitig schwer zu transferierende, in Personen und/oder Organisationen gebundene „tacit knowledge“ weitergegeben werden kann. Zudem wird von Forschern – mehr als von Absolventen – erwartet, dass sie bei einem Wechsel in die Wirtschaft die neuesten Forschungsergebnisse mitnehmen und zu einer raschen kommerziellen Anwendung beitragen.

Allerdings sollte man eine höhere Personalmobilität von Forschungseinrichtungen nicht unmittelbar mit einer höheren Transferrate gleichsetzen und damit unmittelbar positiv interpretieren. Denn die Höhe der Personalmobilität hängt von unterschiedlichsten Faktoren ab (z. B. Alter der Einrichtung, Größe, fachliche Ausrichtung) und ist nicht immer das Ergebnis einer gezielten Transferpolitik. Für die Effektivität der Personalmobilität als Kanal des Wissens- und Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ist entscheidend, in welchem Bereich die Mitarbeiter, die eine öffentliche Forschungseinrichtung verlassen, danach tätig sind. Der größte potenzielle Effekt geht dabei vom Wechsel in FuE-Abteilungen von Unternehmen sowie von der Gründung von FuE-orientierten Unternehmen aus. Generell läßt sich dabei feststellen: Je stärker grundlagenforschungsorientiert eine Einrichtung arbeitet, desto eher wechseln die ehemaligen Mitarbeiter in den FuE-Bereich von Unternehmen.

Beim Wissens- und Technologietransfer über „Köpfe“ von der Wissenschaft in die Wirtschaft liegen die **Universitäten** an der Spitze der wissenschaftlichen Einrichtungen (vgl. Abb. 9-10). Sie weisen die höchste Personalmobilität (in Relation zur Beschäftigtenzahl) auf; als Zielsektor dominieren Unternehmen; über zwei Drittel der in Unternehmen gewechselten Mitarbeiter sind in der FuE tätig. Technische Universitäten gleichen bezüglich der Personalmobilität den allgemeinen Universitäten. Jedoch finden sehr viel häufiger Gründungen von eigenen Unternehmen statt.

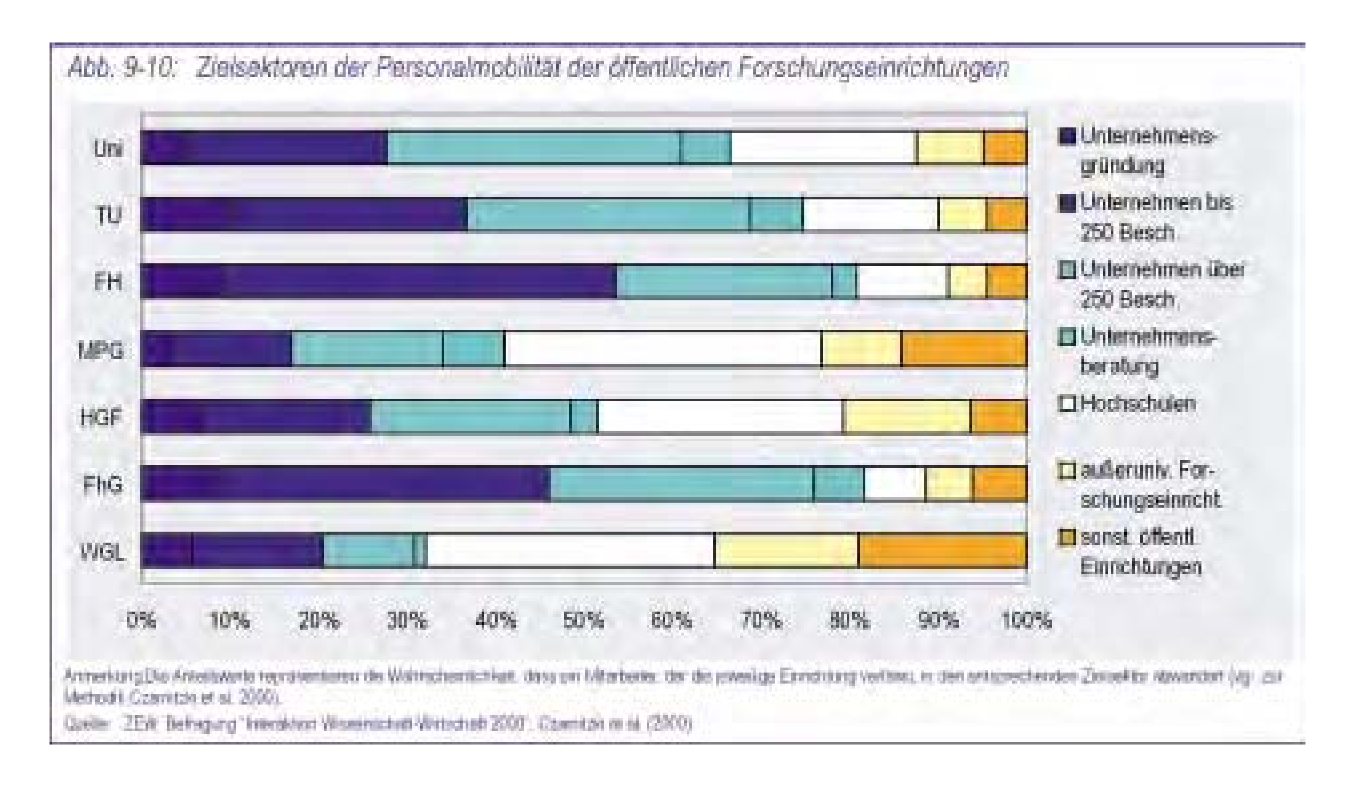


Abb. 9-10: Zielsektoren der Personalmobilität der öffentlichen Forschungseinrichtungen

MPG, WGL und HGF weisen ebenfalls eine hohe Personalfluktuation auf. Der öffentliche Sektor (d. h. vor allem Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) ist als Zielsektor von größerer Bedeutung als der Unternehmenssektor (insbesondere bei MPG und WGL). Rund zwei Drittel der ausgeschiedenen Mitarbeiter sind an der neuen Arbeitsstelle in der FuE tätig – damit ist die FuE-Orientierung der Personalmobilität bei diesen Einrichtungen sehr hoch. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Instituten innerhalb der großen außeruniversitären Einrichtungen stärker ausgeprägt als die Unterschiede zwischen den einzelnen Organisationstypen. So weisen z. B. einzelne HGF- oder MPG-Institute eine extrem hohe Personalmobilität auf, während gleichzeitig bei anderen Instituten ein sehr niedriges Niveau zu beobachten ist.

Die FhG-Institute zeigen eine ähnlich hohe Personalfluktuation wie die anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen, bei allerdings deutlichen Unterschieden im Hinblick auf die Zielsektoren: 80 % der ausscheidenden Mitarbeiter wechseln in den Unternehmenssektor. Auch der Anteil ehemaliger FhG-Mitarbeiter, die ein Unternehmen gründen, ist deutlich höher als an den anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Innerhalb des Unternehmenssektors sind KMU ein wichtigerer Zielsektor als Großunternehmen.

Fachhochschulen weisen die geringste Intensität der Personalmobilität auf. Die Mehrzahl der Forschungseinheiten an FHs nimmt am Wissens- und Technologietransfer über „Köpfe“ nicht teil, in der Regel aufgrund des Fehlens an wissenschaftlichen Mitarbeitern, die überhaupt wechseln könnten. Für die relativ wenigen Mitarbeiter, die aus FHs ausscheiden, sind allerdings kleine und mittlere Unternehmen der wichtigste Zielsektor.

9.6 Bedeutung wissenschaftlicher Einrichtungen für die Wirtschaft

Auftragsforschung wissenschaftlicher Einrichtungen

Die externen FuE-Ausgaben der Wirtschaft können als ein Indikator für das Ausmaß der FuE-Kooperation angesehen werden. Externe FuE-Ausgaben beziehen sich ausschließlich auf FuE-Aufträge. Die Ausgaben der Unternehmen für externe FuE sind in den Neunzigerjahren deutlich gewachsen (ca. 9 % p.a.) und betrugen im Jahr 1997 ca. 8,6 Mrd. DM. Dies entspricht einem Anteil an den gesamten eigenen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahr 1997 von 14,5 % (1987: 8,9 %). Wichtigster Auftragnehmer der Wirtschaft für industrielle Forschung und Entwicklung sind andere Unternehmen, auf die konstant etwa zwei Drittel der externen FuE entfällt. Auch der Hochschulsektor hat seinen Anteil von durchschnittlich ca. 8 % relativ konstant gehalten. Dies ist auch im internationalen Vergleich ein beachtlicher Wert. Deutliche Anteilsverluste mussten die außeruniversitären Forschungseinrichtungen hinnehmen. Ihr Anteil am gesamten Auftragsforschungsvolumen der Wirtschaft hat sich von 11,3 % im Jahr 1987 auf 5,7 % (1997) halbiert. Dagegen stiegen Zahlungen für externe FuE-Aufträge an das Ausland um jahresdurchschnittlich 15 % und belaufen sich mittlerweile auf 19,5 % der FuE-Aufwendungen. Auftragnehmer sind dabei andere Unternehmen – insbesondere im Rahmen der konzerninternen Arbeitsteilung – sowie ausländische Forschungseinrichtungen.

Die Unternehmen erhöhten damit die FuE-Aufträge an die Hochschulen deutlich stärker als ihre internen FuE-Ausgaben. Allerdings konnte bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen nur ein sehr viel geringerer Zuwachs realisiert werden. FuE-Aufträge an den Wissen-

schaftssektor kommen vor allem aus dem Kraftfahrzeugbau, auf den ca. 30 % der FuE-Aufträge an die Wissenschaft entfallen. An zweiter Stelle folgt die Medientechnik (ca. 12 %). Maschinenbau und pharmazeutische Industrie liegen mit jeweils ca. 8 % an dritter Stelle.

Betrachtet man jedoch die FuE-Aufträge an die Wissenschaft vor dem Hintergrund der eigenen, internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft, so sind es nicht unbedingt die Hochtechnologiesektoren, die gemessen an den eigenen FuE-Anstrengungen die meisten FuE-Aufträge an wissenschaftliche Einrichtungen geben. Auch in einigen wenig FuE-intensiven Sektoren ist die Auftragsvergabe an Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen stark ausgeprägt – allen voran die sonstigen Industriezweige (z. B. Bergbau, Energiewirtschaft) und die Möbel-, Schmuck- und Spielwarenindustrie. Die Wirtschaftszweige unterscheiden sich in Hinblick auf ihr Kooperationsverhalten deutlich: Manche Wirtschaftszweige geben das Gros ihrer Aufträge an Hochschulen (z. B. Pharmazie) während andere Industriezweige (z. B. EDV oder Medientechnik) außeruniversitäre FuE-Einrichtungen bevorzugen.

Wissenschaftliche Einrichtungen als Innovationsquelle

Unternehmen greifen im Rahmen ihrer Innovationen häufig auf das Know-how externer Partner zurück. Vornehmlich sind diese Kunden, Zulieferer und auch Wettbewerber. Lediglich etwa 12 % der innovativen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und des Bergbaus und rund 8 % der Unternehmen des Dienstleistungssektors konnten Innovationsvorhaben erst durch Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung realisieren (vgl. Abb. 9-11). Daraus zu schließen, dass die Wissenschaft nur eine geringe Bedeutung für Innovationen in Unternehmen hätte, wäre allerdings voreilig. Rechnet man die genannten Anteile hoch, so kann man davon ausgehen, dass im Zeitraum 1996 bis 1998 in etwa 5 000 Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und in etwa 15 500 Unternehmen des Dienstleistungssektors in Deutschland Innovationen erst durch Informationen aus wissenschaftlichen Einrichtungen möglich wurden.[110)] Zudem muss man in Rechnung stellen, dass die genannten Innovationsquellen über unterschiedliche Wissenspotenziale verfügen. Dabei kann unterstellt werden, dass wissenschaftliche Forschungsergebnisse tendenziell für risikoreichere, längerfristig orientierte und „radikalere“ Innovationen herangezogen werden, jedoch deutlich seltener für inkrementelle Produkt- und Verfahrensverbesserungen. Dies ist auch daran ablesbar, dass Unternehmen, die essenzielle Innovationsimpulse aus wissenschaftlichen Einrichungen aufgenommen haben, deutlich höhere Umsatzanteile mit neuen Produkten erwirtschaften können.

Abb. 9-11: Nutzung unterschiedlicher unternehmensexterner Informationsquellen für Innovationsprojekte

- Anteile der innovativen Unternehmen in % -

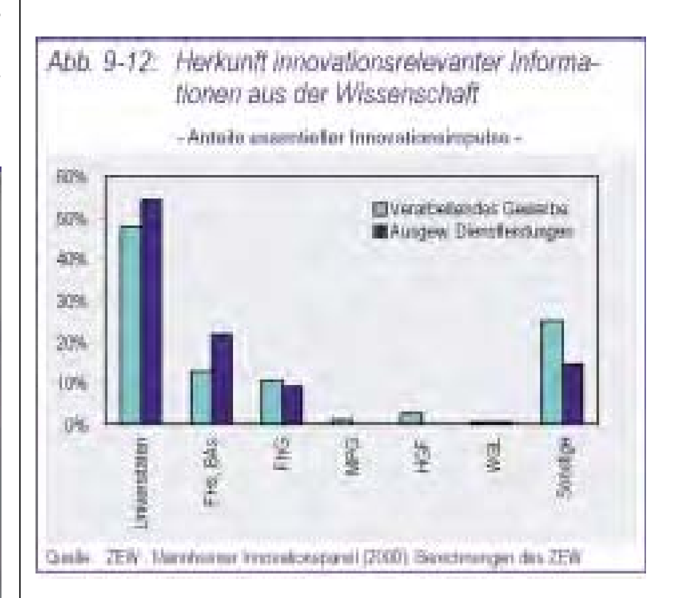
Verarbeitendes Gewerbe
Dienstleistungs-sektor
0
10
20
30
40
50
60
70
Absatzmarkt*
Wettbewerber
Zulieferer
Wissenschaft

* Die Angaben für den Absatzmarkt beziehen sich nur auf Produktinnovationen

Quelle: ZEW Mannheimer Innovationspanel (2000), Berechnungen des ZEW

Die Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse erfordert in der Regel auch unternehmensinterne FuE-Aktivitäten und spezifische Kompetenzen im Innovationsmanagement, damit eine Zusammenarbeit mit der Wissenschaft auch erfolgreich gestaltet werden kann. Diese Absorptionsfähigkeit ist in den Unternehmen unterschiedlich ausgeprägt und hängt auch von der Spezialisierung eines Unternehmens auf bestimmte Produkte und Produktzyklusphasen ab. Die Absorptionsfähigkeit ist tendenziell in größeren Unternehmen höher ausgeprägt. Denn sowohl im Dienstleistungssektor als auch im Verarbeitenden Gewerbe nutzen große Unternehmen mit mindestens 500 Beschäftigten deutlich öfter die Wissenschaft für Innovationen als kleine und mittlere Unternehmen.

Sowohl im Verarbeitenden Gewerbe als auch im Dienstleistungssektor stellen die Universitäten die bedeutendste Innovationsquelle innerhalb des Wissenschaftssektors dar. Fachhochschulen und die Fraunhofer-Gesellschaft werden am zweit- und dritthäufigsten genannt (vgl. Abb. 9-12).[111)] MPG, HGF und WGL werden nur von sehr wenigen Unternehmen als essenzielle Innovationsquelle be-



---

110) Janz, N. (Hrsg.), Quellen für Innovationen: Analyse der ZEW-Innovationserhebungen 1999 im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor, ZEW-Dokumentation Nr. 00-10, Mannheim.

111) Im Rahmen der genannten Untersuchung sollten die Unternehmen diejenige(n) wissenschaftliche Institution(en) benennen, die sie als essenzielle Informationsquelle bezeichnen.

nutzt. Hinter der Kategorie „Sonstige“ verbergen sich andere inländische Forschungseinrichtungen (z. B. Bundesforschungsanstalten, Institute für Gemeinschaftsforschung) und ausländische Forschungseinrichtungen.

Interaktionskanäle aus der Sicht der Wirtschaft

Aus der Sicht der Unternehmen stellen sich die für den Wissens- und Technologietransfer relevanten Kanäle ähnlich dar. Wie eine jüngere Untersuchung des DIHT (Nicolay und Wimmers 2000) zeigt, nennen Unternehmen, die in der Vergangenheit Kontakte zu wissenschaftlichen Einrichtungen unterhalten haben, am häufigsten Gemeinschaftsforschung, häufig im Rahmen von öffentlich finanzierten FuE-Projekten („Verbundprojekte“), Auftragsforschung sowie die gemeinsame Betreuung von Diplomarbeiten oder Praktika. Im Gegensatz zur Wahrnehmung der wissenschaftlichen Einrichtungen betrachten die Unternehmen auch die Weiterbildung als einen wichtigen Transferkanal.

Der aus der Perspektive der Wissenschaft wichtigste Transferkanal, die wissenschaftliche Publikationstätigkeit, wird von den Unternehmen nicht als direkter Transferkanal wahrgenommen.[112] Deutlich wird aus dieser Rangfolge aber auch, dass den Unternehmen sehr an persönlichen Kontakten auf einer informellen Basis gelegen ist. Die Bedeutung informeller Kontakte als Informationskanal ist empirisch vielfach belegt (z. B. Gemünden/ Ritter 1999). Das im Rahmen informeller Kontakte aufgebaute Vertrauen ist ein wesentliches Element des sog. „Social Capital“ (Fountain 1999). Gerade dieses Vertrauen hilft die aufseiten der Unternehmen nach wie vor vorhandene Einschätzung zu konterkarieren, dass im Rahmen von Kooperationen auch wettbewerbsrelevantes, proprietäres Wissen der Unternehmen über den Umweg der Wissenschaft Verbreitung findet.[113] Informelle Kontakte sind daher häufig die Voraussetzung für einen intensiven Wissensaustausch beispielsweise im Rahmen der Auftragsforschung oder von Verbundprojekten. Informelle Kontakte sind dabei für kleine und mittlere Unternehmen deutlich wichtiger als für die großen Unternehmen.

Auch die DIHT-Untersuchung bestätigt, dass die Unternehmen mit Kontaktbeziehungen zu wissenschaftlichen Einrichtungen im Allgemeinen mit den Ergebnissen der Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Einrichtungen sehr zufrieden sind. Positiv bewertet wird insbesondere die Kompetenz und die Ansprechbarkeit der wissenschaftlichen Partner. Lediglich im Hinblick auf die Unterstützung durch die wissenschaftlichen Einrichtungen in der Implementationsphase sind die Unternehmen häufiger unzufrieden. Dies trifft auf ein knappes Drittel der an der DIHT-Untersuchung teilnehmenden Unternehmen zu.

Verbesserungspotenziale sehen die Unternehmen vor allem aber in der Kontaktaufnahme. Eine stärker auf die Kommunikationsfähigkeiten und -kanäle der Unternehmen zugeschnittene Präsentation des Leistungsangebots der öffentlichen Einrichtungen könnte einen Weg darstellen, die Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zu verbessern. Denn gerade die Unternehmen, die bislang keine Kooperationserfahrung mit der Wissenschaft aufweisen, verfügen nur über einen unzureichenden Überblick über die deutsche Forschungslandschaft. Eine bessere und übersichtlichere Darstellung der Leistunspotenziale in einer für die Unternehmen leicht zugänglichen Form könnte stimulierend auf den Ausbau der Interaktion zwischen Wirtschaft und Wissenschaft wirken. Die Nutzung des Internets zur Erhöhung der Transparenz über die deutsche Forschungslandschaft beispielsweise im Rahmen einer „FuE-Kompetenz-Plattform“, die insbesondere auf die Stimulierung des „direkten Transfers“ abgestellt ist, könnte sich hier als nützlich erweisen.[114]

Andererseits zeigt sich aber auch, dass viele kleine und mittlere Unternehmen über eine gering ausgeprägte Fähigkeit zur Absorption des an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen vorhandenen Know-hows verfügen. Dabei liegen häufig die Mängel weniger in der technologischen Kompetenz, die zweifelsohne vorhanden sein muss, um wissenschaftliches Know-how in Innovationen umzusetzen. Dieses technologische Know-how korreliert häufig mit unternehmensinternen FuE-Aktivitäten, kann aber auch durch Rekrutierung entsprechend ausgebildeten Personals entstehen. Kritischer zu beurteilen sind die in vielen Unternehmen kaum vorhandenen Kompetenzen im Innovationsmanagement, die die zweite Voraussetzung für die Integration externen Know-hows in unternehmensinterne Innovationsprozesse darstellen (vgl. ausführlich Schmoch et al. 2000, S. 284 ff.). Die Erhöhung der (Innovations-)Prozesskompetenz ist ein zentraler Ansatzpunkt zur Förderung der Fähigkeit und der Bereitschaft von Unternehmen, das Know-how wissenschaftlicher Einrichtungen zu identifizieren, zu übernehmen und in Innovationen umzusetzen.

9.7 Unterstützende Einrichtungen zur Erleichterung des Wissens- und Technologietransfers

Zur Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers aus der Wissenschaft in die Wirtschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten – meist initiiert durch staatliche Fördermaßnahmen – in Deutschland eine vielfältige Landschaft an Intermediären herausgebildet. Ihr Ziel ist es, Wissenschaftler und Unternehmen zusammenzubringen und

[112] Wissenschaftliche Publikationen wurden in der Untersuchung des DIHT nicht explizit als Informationskanal vorgegeben. Aber auch bei der Angabe unter „Sonstiges“ beriefen sich die an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nicht auf diesen Kanal.

[113] Die Einschätzung kann als Ausdruck der unterschiedlichen „Wertvorstellungen“ von Wissenschaft („schnelle und weite Verbreitung von Forschungsergebnissen“) und Wirtschaft („Schutz wettbewerbskritischen Wissens“) im Hinblick auf die Behandlung von Forschungsergebnisse angesehen werden.

[114] Siehe dazu ausführlicher die im Auftrag des BMBF durchgeführte Untersuchung von Czarnitzki et al. (2000), Internetangebote zum Wissens- und Technologietransfer in Deutschland.

Hilfestellungen beim Transfer zu geben. Das engmaschige Netz umfasst Einrichtungen, die unmittelbar an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen angesiedelt sind, Transfereinrichtungen aus dem Bereich der Wirtschaft und weitere intermediäre Institutionen, die weder dem Bereich der Wirtschaft noch der Wissenschaft zugerechnet werden können. Insgesamt gesehen existieren heute über 1 200 Transfereinrichtungen in Deutschland, wovon ca. 50 % den wissenschaftsnahen Transfereinrichtungen und jeweils 25 % dem Bereich der Wirtschaft bzw. den „unabhängigen“ Einrichtungen zugeordnet werden können (vgl. Rammer 2001).

Die forschungsnahen Institutionen umfassen die Technologietransferstellen an Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Wirtschaftsnahe Körperschaften wie IHKs, die Handwerkskammern und eine Reihe von Verbänden verfügen über umfangreiche, in der Regel dezentral organisierte Stellen zur technologischen Beratung und zur Unterstützung des Wissens- und Technologietransferinteresses ihrer Mitgliedsunternehmen. Schließlich sind eigenständige intermediäre Wissens- und Technologietransferinstitutionen in Form von Transferagenturen, Transfernetzwerken sowie Technologie- und Gründerzentren entstanden, die darauf abzielen, Unternehmen zu informieren, zu beraten und zu unterstützen (vgl. Reinhard/Schmalholz 1996).

Der direkte Austausch von Wissen und Technologie zwischen Anbietern und Nachfragern wird durch verschiedene Faktoren (Informationsprobleme, Suchaufwand, Transaktionskosten etc.) beeinträchtigt. Die Intermediäre können einen Beitrag leisten zum Abbau von Barrieren im direkten Transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, zur Erschließung des Potenzials der wissenschaftlichen Forschung für die kommerzielle Verwertung (Spin-off-Verwertung neuer Technologien, Spin-off-Gründungen, Personaltransfer) und zur Überführung eines latenten Bedarfs an externem Wissen in Unternehmen in eine konkrete Nachfrage nach Wissen und Technologie.

Inwieweit Intermediäre ihre Funktion als Mittler zwischen Wissensangebot und -nachfrage effizient wahrnehmen können, hängt von den Kompetenzen und Ressourcen der Intermediäre ebenso ab, wie von den Rahmenbedingungen und Bedürfnissen der Adressaten ihrer Leistungen (also den Unternehmen und Wissenschaftlern) und der Verfügbarkeit bzw. Nutzung alternativer Instrumente zum Abbau von Transferbarrieren (z. B. Netzwerke direkter Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft). Für die Funktionsmöglichkeit von Intermediären als Mittler zwischen den beiden Seiten ist entscheidend, dass

– Wissensangebot und -nachfrage zueinander kompatibel sind,
– die Problemstellung und die Problemlösungskompetenz gegenseitig vermittelt werden können,
– die Ziele der beteiligten Akteure einen Transfer begünstigen,
– Transferanreize aufseiten der Wissenschaft bestehen und
– eine Absorptionsfähigkeit der Unternehmen für externes Wissen vorhanden ist.

Die Intermediäre stehen heute vor mehreren Herausforderungen. Die Diskussionen und die Kritik an den Intermediären kreisen um vier Aspekte:

– die Vielfalt an Transferstellen und die Unübersichtlichkeit des Transferangebots für die potenziellen Nutzer
– das große Aufgabenspektrum, das viele Transferstellen aufweisen und oft im Widerspruch zu ihren Ressourcen steht
– die öffentliche Förderung von intermediären Einrichtungen und die Konkurrenz zu privaten Anbietern aus dem Bereich der Unternehmensdienstleistungen
– die Wirksamkeit der Intermediäre im Wissens- und Technologietransfer angesichts des Umstandes, dass von Wissenschaftlern wie Unternehmen dem direkten Transfer die größte Effektivität zugesprochen wird.

Über die Effektivität der Intermediäre beim Wissens- und Technologietransfer liegen keine umfassenden Ergebnisse vor. Die in den letzten Jahren durchgeführten Studien zum Technologietransfersystem[115] geben nur zu Teilaspekten Aufschluss. Befunde aus der Praxis der Transferstellen stützen jedoch die Vermutung, dass die direkten Effekte von Transferstellen gering sind. Unternehmen wie Wissenschaft berichten, dass gegenseitige Kontakte in der Regel ohne Vermittlung durch Transferstellen zustande kommen.[116] Die Erwartung, dass die Intermediäre die Transferresultate erhöhen, scheint aber überzogen. Denn dies liegt nicht in ihrem Wirkungsbereich, sondern hängt von den Ergebnissen der Wissenschaft, der Wissensnachfrage und Innovationstätigkeit der Unternehmen und der Nachfrage nach neuen Produkten und Verfahren ab. Intermediäre sollten daher daran gemessen werden, ob die Rahmenbedingungen in ihrem Wirkungsbereich transferfreundlich sind und ob ihre Angebote dem Unterstützungsbedarf der Akteure entsprechen.

Die aktuelle Situation ist durch eine Vielfalt des Angebots und eine sehr unterschiedliche Funktionalität der einzelnen Einrichtungen gekennzeichnet und insgesamt kritisch zu beurteilen: Zwar gibt es viele Transfereinrichtungen, die ihre Funktion im Wissens- und Technologietransfer erfolgreich wahrnehmen, aber für die Mehrzahl der Transferstellen ist charakteristisch, dass sie ein zu breites Leistungsangebot, eine mangelnde Kundenorientierung, eine unklare Positionierung im Gesamtsystem des Wissens- und Technologietransfers sowie ein Missverhältnis von Ressourcen und Kompetenzen auf der einen Seite und dem angebotenen Leistungsspektrum bzw. den zugewie-

[115] Schmoch et al. 2000, Legler/Schasse 1999, Elle et al. 1998, Reinhard/Schmalholz 1996, Beise et al. 1995.

[116] Hier liegt z. T. auch ein Wahrnehmungsproblem vor. Da die Transferstellen gemäß ihren Aufgaben nicht am eigentlichen Wissensaustausch beteiligt sind, verlieren Wissenschaftler wie Unternehmen leicht die kontaktstimulierende Tätigkeit der Intermediäre aus den Augen (vgl. Nicolay/Wimmers 2000).

senen Aufgaben auf der anderen Seite aufweisen. Die Folge ist, dass Unternehmen und Wissenschaftler das Angebot der Transferstellen nur unzureichend kennen und deren Kompetenz in Zweifel ziehen. Daher fehlt eine breite Akzeptanz der Transfereinrichtungen als kompetente Mittler.

9.8 Fazit und Bewertung

Insgesamt gesehen hat sich die Produktivität von Wissenschaft und Forschung auch im Hinblick auf die Erstellung transferrelevanter Forschungsergebnisse in den letzten zwanzig Jahren deutlich erhöht:[117)] Die techniknahen Publikationen der wissenschaftlichen Einrichtungen haben zugenommen; steigende Patentanmeldungen und der steigende Anteil der Wissenschaft an den Patentanmeldungen zeigen, dass sich die wissenschaftlichen Einrichtungen auch der Verwertungsrelevanz ihrer Forschungsergebnisse stärker bewusst geworden sind. Und auch die Wirtschaft bedient sich in steigendem Ausmaß der Kompetenzen der Wissenschaft wie die Zunahme der FuE-Aufträge an wissenschaftlichen Einrichtungen belegt. Auch im internationalen Vergleich zeigt sich, dass der Wissens- und Technologietransfer in Deutschland ein hohes Niveau erreicht und sich unter dem Eindruck der Diskussionen der letzten 20 Jahre kontinuierlich verbessert hat.

Die Universitäten sind in der deutschen Forschungslandschaft der wichtigste Sektor der Wissensproduktion und des Wissens- und Technologietransfers. Alle anderen Einrichtungen stehen über Forschungskooperationen, Personalverflechtungen oder Personaltransfers in enger Beziehung zu Universitäten, sodass die derzeit laufenden Reformen an den Hochschulen sich auf den Wissens- und Technologietransfer der gesamten Forschungseinrichtungen auswirken werden. Die wesentliche Kompetenz der Universitäten liegt im Bereich der mittel- bis langfristigen Forschung, wo auch in Zeiten eines zunehmenden Bedeutungsgewinns wissensintensiver Technologiebereiche die wichtigsten Beiträge zu erwarten sind. Die Stärke der Fachhochschulen liegt demgegenüber bei kurzfristigen und unmittelbar umsetzungsorientierten Ansätzen. Zur Stärkung dieses Segments des Wissens- und Technologietransfers ist es deshalb erforderlich, die personelle und materielle Infrastruktur der Fachhochschulen zu verbessern.

Bei allen öffentlichen Forschungseinrichtungen ist zu beobachten, dass die Aufgabe des Wissens- und Technologietransfers stärker in den Blickpunkt gerückt ist und sich die inneren Strukturen in dieser Richtung positiv verändert haben. Gleichzeitig sind außerhalb der bestehenden Einrichtungen technologietransferfokussierte FuE-Einrichtungen entstanden, die nicht nur vermitteln, sondern selbst aktiv Forschung und Entwicklung betreiben. Sie sind stark umsetzungsorientiert bis hinein in den kommerziellen Bereich. Die sich daraus ergebenden rechtlichen und institutionellen Herausforderungen sind bislang noch nicht vollständig gemeistert. Gerade diese technologietransferfokussierten FuE-Einrichtungen zeigen aber auch deutlich, dass eine Verbesserung der innerwissenschaftlichen Kooperation auch zu einer Verbesserung des Wissens- und Technologietransfersystems als Ganzes führt.

Bei allen Einrichtungen zeigt sich eine wachsende Bedeutung von Unternehmensausgründungen als besonders effektiver Form des Wissens- und Technologietransfers. Diese werden zwar kurzfristig nur einen geringen Beitrag zur Beschäftigung leisten, wohl aber mittel- bis langfristig wesentliche Impulse zu einer technologischen Reorientierung geben. Für den Erfolg dieser Ausgründungen ist das Engagement der „Heimatinstitution“ wichtig.

Wissens- und Technologietransfer erweist sich vor allem dann als erfolgreich, wenn er über direkte Mechanismen erfolgt. Von daher empfehlen sich dezentrale Strukturen, die die Transferverantwortung aber auch den Nutzen des Transfers an einzelne Forschungseinheiten und Wissenschaftler übertragen. Der schnelle Wandel in Wissenschaft und Technik erfordert Flexibilität und damit überschaubare Forschungseinheiten. Gleichzeitig ist ein strategisches Management wichtig, um im Rahmen regelmäßiger Bestandsaufnahmen Anpassungen zu erkennen und umzusetzen, wobei in gleicher Weise Anforderungen aus der Wissenschaft und Wirtschaft zu berücksichtigen sind. Dabei müssen die unterschiedlichen Ansprüche aus Wissenschaft und Wirtschaft in ein sinnvolles Gesamtkonzept integriert werden. Um neben der wissenschaftlichen Orientierung auch Aufgaben des Transfers in öffentlichen Forschungseinrichtungen zu verankern, müssen geeignete Anreizstrukturen geschaffen werden. Dies beginnt bei der Evaluierung von Instituten, bei der Leistungen im Transferbereich angemessen zu würdigen sind, und reicht bis in die karriererelevanten Bewertungsmaßstäbe für einzelne Forscher.

Insgesamt zeigen die Analysen bei den unterschiedlichen Formen öffentlicher Einrichtungen, dass die Gewährleistung einer ausreichenden wissenschaftlichen Kompetenz eine wesentliche Voraussetzung für erfolgreichen Wissens- und Technologietransfer ist und auch weiterhin eine wichtige öffentliche Aufgabe bleiben wird. Es sollte daher nicht der Fehler gemacht werden, die Qualität von Einrichtungen und Forschungsergebnissen nur unter dem Blickwinkel des (kurzfristigen) Anwendungs- und Umsetzungspotenzials zu messen. Im Sinne der langfristigen Erhaltung der wissenschaftlichen Kompetenz der Forschungseinrichtungen sind dabei auch instituts- und technologiespezifische Obergrenzen der kurzfristig orientierten Auftragsforschung zu beachten.

Die umfangreichen und vielfältigen Aufgabengebiete, die heute die Tätigkeit vieler Intermediäre im Technologietransfer prägen, sollten im Rahmen eines auf den direkten Transfer orientierten Modells stärker fokussiert werden, damit die begrenzten Ressourcen der Intermediäre effizienter genutzt werden können. Dies könnte im Rahmen einer Spezialisierung der Intermediäre auf bestimmte Aufgabenbereiche realisiert werden. Damit könnte auch das Problem einer mangelnden Akzeptanz der Intermediäre sowohl in der Wirtschaft als auch bei wissenschaftlichen

[117)] Vgl. dazu Legler, Beise (2000).

Einrichtungen abgemildert werden. Eine spezialisierte Funktion betrifft dabei die Patentberatung und -verwertung, die einer hohen Professionalität und Erfahrung bedarf. Um eine kritische Masse zu erreichen, empfiehlt es sich, diese spezifische Aufgabe an einrichtungsübergreifende Institutionen zu übertragen. Dies gilt insbesondere dann, wenn wie angekündigt das so genannte Hochschullehrerprivileg abgeschafft wird.

Literatur

Almus, M., E. Nerlinger (1998), Beschäftigungsdynamik in jungen innovativen Unternehmen: Empirische Ergebnisse für West-Deutschland, ZEW Discussion Paper 98–09, Mannheim.

Baumert, J. u. a. (2000), TIMSS/III-Deutschland. Der Abschlussbericht. Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Bildung am Ende der Schullaufbahn, Berlin.

Becher, G. u. a. (1989), FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung, Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik. Endbericht des FhG-ISI und des DIW an den BMWi, Karlsruhe, Berlin.

Becher, G., Gering, T. und Schmoch, U. (1996), Patentwesen an Hochschulen, Studie des FhG-ISI, der Prognos AG und des TLB der Baden-Württembergischen Hochschulen für das BMBF.

Beise, M., Licht, G., Spielkamp, A. (1995), Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen – Analyse und Perspektiven für Baden-Württemberg. Baden-Baden: Nomos Verlag.

BITKOM (2001), Wege in die Informationsgesellschaft. Status Quo und Perspektiven Deutschlands im internationalen Vergleich. Edition 2001. Berlin/Frankfurt.

BMBF (2000), Bundesbericht Forschung 2000, Bonn.

BMWI/WIK (2001), Benchmark Internationale Telekommunikationsmärkte. 1/2001, Bonn.

Bosworth, B.P., J. E. Triplett (2000), What's New about the New Economy? IT, Economic Growth and Productivity, Brookings Institution, Mimeo, Oct. 2000.

BPI Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie (2000), Jahresbericht.

Brynjolfson, E., L. M. Hitt (2000), Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance, Journal of Economic Perspectives, 14, 23–48.

Bundesbank (2000), Monatsbericht August, Frankfurt.

Council of Economic Advisors (2001), Annual Report of the Council of Economic Advisors, January 2001, Washington, DC.

Cuhls, K. et al. (1998), Delphi’98 Umfrage. Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Karlsruhe, ISI.

Cuhls, K., K. Blind und H. Grupp (1998), Zusammenfassung der Studie zur Globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Karlsruhe.

Czarnitzki, D., C. Rammer und A. Spielkamp (2000a), Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland, Ergebnisse einer Umfrage bei Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen, ZEW Dokumentation Nr. 00–14, Mannheim.

Czarnitzki, D., T. Eckert, J. Egeln und C. Elschner (2000a), Internetangebote zum Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Bestandsaufnahme, Funktionalität und Alternativen, ZEW Dokumentation Nr. 00–15, Mannheim.

Darby, M. R. und L. G. Zucker (1999), Stakes and Stars: The Effect of Intellectual Human Capital on the Level and Variability of High-Tech Firms` Market Values, NBER Working Paper No. 7201, Juni.

Daveri, F. (2000), Is Growth an Information Technology Story in Europe too?, Mimeo, September 2000, Universita di Parma und IGIER, Parma.

Deutsches Patent- und Markenamt (versch. Jgge.), Jahresberichte, München.

Drews, J. (1996), Genomic Sciences and the Medicine of Tomorrow, Nature Biotechnology, Vol. 14, November.

EFPIA (2000), The Pharmaceutical Industry in Figures. 2000 Edition, Brussels.

EITO (2000), European Information Technology Observatory 2000, Millennium Edition, Frankfurt/M.

Elle, H.-D., Huckestein, B., Masanek, I., Roenten, F. und P. Glissman (1998), Hochschul-Transferstellen in Nordrhein-Westfalen. Entwicklung, Leistungen, Perspektiven, Köln.

Empirica (2000), Stand und Entwicklungsperspektiven des elektronischen Geschäftsverkehrs in Deutschland, Europa und den USA unter besonderer Berücksichtigung der Nutzung in KMU, Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, May 2000.

Engel D., F. Steil (1999), Dienstleistungsneugründungen in Baden-Württemberg, Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung, Nr. 139, Stuttgart.

Erber, G. (1990), FuE-Aufwendungen in Deutschland, Japan und den USA zu Beginn der neunziger Jahre, in: DIW-Wochenbericht 32, 57. Jg., S. 451–455.

Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1997), Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations, Pinter: London.

European Commission (1997), Second European Report on Science & Technology Indicators, Luxemburg.

Fountain, J. (1999), Social Capital: A Key Enabler of Innovation, in: Branscomb, L., J. H. Keller (Hrsg.), Investing in Innovation. Creating a Research and Innovation Policy that Works, MIT Press: Cambridge, MA und London.

Gambarella, A., L. Orsenigo und F. Pammolli (2000), Global Competitiveness in Pharmaceuticals. A European Perspective, Report Prepared for DG Enterprise, European Commission, November 2000.

Gehrke, B., H. Legler (2000), Innovationspotenziale deutscher Regionen im europäischen Vergleich. NIW-Beitrag zum Projekt „Regionale Verteilung von Innovationspotentialen in Deutschland und Europa“ im Auftrag des BMBF, Hannover.

Gemünden, H. G., T. Ritter (1999), Innovationserfolg durch technologieorientierte Geschäftsbeziehungen, in: Tintelnot, C., D. Meißner und I. Steinmeier (Hrsg.), Innovationsmanagement, Springer: Berlin, S. 259–270.

Gibbons, M.. C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott und M. Trow (1994), The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, Saga: London.

Gordon, R. J. (2000), Does the „New Economy“ Measure up to the Great Inventions of the Past?, Journal of Economic Perspectives, 14, 49–74.

Görzig, B., G. Noack (2000), Vergleichende Branchendaten für das verarbeitende Gewerbe in Ost- und Westdeutschland 1991 bis 1999, Berlin.

Görzig, B., J. Schintke und M. Schmidt (2000), Produktion und Faktoreinsatz nach Branchen des verarbeitenden Gewerbes Westdeutschlands. Statistische Kennziffern 1980 bis 1999, Berlin.

Grabowski, H., J. Vernon (1994), Returns to R&D on New Drug Introductions in the 1980s, Journal of Health Economics, Vol. 13.

Grant, J. (2000), America`s Hedonism Leaves Germany Cold, Financial Times, 4. September 2000, S. 15.

Grömling, M., K. Lichtblau und I. Stolte (2000), Preussag Dienstleistungsreport 2000, erstellt in Zusammenarbeit mit dem Institut der deutsachen Wirtschaft, Hannover, Köln.

Grömling, M., K. Lichtblau und A. Weber (1998), Industrie und Dienstleistungen im Zeitalter der Globalisierung. Köln.

Hecht, J. (1999), Wavelength Division Multiplexing, Technology Review – MIT’s Magazine of Innovation, March/April 1999, Boston: MA. (http://www.techreview.com/articles).

Henderson, R., L. Orsenigo und G. Pisano (1999), The Pharmaceutical Industry and the Revolution in Molucular Biology: Exploring the Interactions between Scientific, Institutional and Organizational Change, in: Mowery, D. C. und R. R. Nelson (Hrsg.), Sources of Industrial Leadership, Cambridge University Press: Cambrigde, MA.

International Institute for Management Development (2000), The World Competitiveness Yearbook, Lausanne.

Janz, N. (Hrsg.) (2000), Quellen für Innovationen: Analyse der ZEW-Innovationserhebungen 1999 im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor, ZEW-Dokumentation Nr. 00–10, Mannheim.

Janz, N. u. a. (1999), Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe – Ergebnisse der Innovationserhebung 1997, in: N. Janz, G. Licht (Hrsg., 1999), Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft, ZEW-Wirtschaftsanalysen, Bd. 41, Baden-Baden.

Janz, N. u. a. (2000), Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor. Ergebnisse der Erhebungen 1999, Mannheim.

Jones, T. (1999), The Changes of Market Success in Pharmaceutical Research and Development. In: Sussex, J., und N. Marchant (Hrsg): Risk and return in the pharmaceutical industry, 29–38, OHE London.

Jorgenson, D. W., K. J. Stiroh (2000), Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age, Brookings Papers on Economic Activity, 2000(1), 125–211.

Jungmittag, A., G. Reger, und T. Reiss (2000): Changing Innovations in the Pharmaceutical Industry. Springer: Berlin.

Legler, H., Beise, M. et al. (2000), Innovationsstandort Deutschland. mi Verlag moderne Industrie: Landsberg/Lech.

Legler, H., Schasse, U. (1999), Netzwerkstrukturen zur Förderung des Technologietransfers und von Innovationen in Niedersachsen, Hannover: NIW.

Legler, H., M. Beise u. a. (2000), Innovationsstandort Deutschland. Chancen und Herausforderungen im internationalen Wettbewerb, Landsberg.

Lessat, V. (1999), Die europäische Pharmaindustrie. Staatliche Rahmenbedingungen und internationale Wettbewerbsfähigkeit, DG-Bank Frankfurt.

Mann, C. C. (2000), The End of Moore`s Law?, Technology Review – MIT`s Magazine of Innovation, May/June 2000, Boston: MA. (http://www.techreview.com/articles).

McMillan, G. S., F. Narin, und D.L. Deeds (2000), An Analysis of the Critical Role of Public Science in Innovation: the Case of Biotechnology, Research Policy, 29, 1–8.

Meißner, D. (1999): Technologietransfer von Universitäten. Kurzfassung, in: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, Nr. 20.

Moch, D. (2000), Price Indices for Information and Communication Technology Industries. An Application to the German PC Market, Aktualisierte Version, Mimeo, ZEW Mannheim.

Münchner Kreis (Hg.) (1999): 2014 – Die Zukunft von Information, Kommunikation und Medien, München.

National Science Foundation (2000), Science and Engineering Indicators 2000, Washington, DC.

Nerlinger, E. (1998), Standorte und Entwicklung junger innovativer Unternehmen: Empirische Ergebnisse für West-Deutschland, Schriftenreihe des ZEW, 27, Baden-Baden.

Nicolay, R, Wimmers, S. (2000), Kundenzufriedenheit der Unternehmen mit Forschungseinrichtungen – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung zur Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Bonn, Berlin: Deutscher Industrie- und Handelskammertag.

NIW, DIW, FhG-ISI, SV-WiStat, ZEW (2001), Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit, Aktualisierung 2000, Hannover, Berlin, Karlsruhe, Essen, Mannheim.

Nunnenkamp, P. (1998), Die deutsche Automobilindustrie im Prozeß der Globalisierung, in: Die Weltwirtschaft, S. 294–315.

Ochel, W. (2000), Deutschland bei der beruflichen Weiterbildung international im Hintertreffen, in: ifo-Schnelldienst 28–29, S. 47/48.

OECD (1999), University Research in Transition, Paris.

OECD (2000), Information Technology Outlook. ICTs, E-Commerce and the Information Economy, Paris.

OECD (2000), OECD Internet Access Price Comparison, 20. Sept. 2000, Paris (http://www.oecd.org/dsti/sti/it/cm/stats).

OECD (2000), Science, Technology and Industry Outlook 2000, Paris.

OECD (2000d), Handbook on Quality Adjustment of Price Indexes for Information and Communication Technology Products (Draft Version), DSTI/EAS/IND/SWP(2000)2, Paris.

OECD (2001), Productivity Growth in ICT-producing und ICT-using Industries – A Source of Growth Differentials in the OECD?, DSTI/EAS/IND/SWP(2000)3/REV1, Paris.

Oliner, S. D., D. E. Sichel (2000), The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?, Journal of Economic Perspectives, 14, 3–22.

Organization for Economic Co-Operation and Development (1999), Science, Technology and Industry Scoreboard 1999. Benchmarking Knowledge-Based Economies, Paris.

Organization for Economic Co-Operation and Development (2000), Education at a Glance. OECD Indicators, 2000 Edition, Paris.

Organization for Economic Co-Operation and Development (2000), Statistics Canada, Literacy in the Information Age. Final Report of the International Adult Literacy Survey, Paris.

PhRMA (2001), New Drug Approvals in 2000.

Rammer, C. (2001), Benchmarking Industry-Science Relations, National Report Germany, ZEW, Mannheim.

Reger, G, M. Beise und H. Belitz (1999), Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen. Internationalisierung technologischer Kompetenzen in der Pharmazeutik, Halbleiter- und Telekommunikationstechnik, Physica: Heidelberg.

Reinhard, M., Schmalholz, H. (1996): Technologietransfer in Deutschland. Stand und Reformbedarf, Berlin/München: Duncker & Humblot.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (versch. Jagge.), Jahresgutachten, Wiesbaden.

Sachverständigenrat zur Gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2000), Jahresgutachten 2000, Wiesbaden.

Schmalholz, H., H. Penzkofer (1993), Innovationsaktivitäten der deutschen Industrie: Entwicklung der Innovationsindikatoren vor dem Hintergrund der Rahmen- und Standortbedingungen der achtziger Jahre. ifo-Studien zur Industriewirtschaft, Bd. 45, München.

Schmoch, U., Hinze, S., Jäckel, G., Kirsch, N., Meyer-Krahmer, F. und G. Münt. (1996), The Role of the Scientific Community in the Generation of Technology, in: Reger, G., U. Schmoch (Hrsg.), Organization of Science and Technology at the Watershed. The Academic and Industrial Perspective, Heidelberg: Physica-Verlag, S. 1–138.

Schmoch, U., K. Koschatzky (1996): Erfindungen erfolgreich verwerten. TÜV Rheinland, Köln.

Schmoch, U., Licht, G. und M. Reinhard (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

Schreyer, P. (2000), The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: A Study of G7 Countries, OECD/DSTI Working Paper.

Schüssler, R. u. a (1999), Quantitative Projektion des Qualifikationsbedarfs bis 2010, Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, BeitrAB 221, Nürnberg.

Sprenger, R.-U. u. a. (1999), Abschätzung der innovativen Wirkungen umweltpolitischer Instrumente – dargestellt am Beispiel des Systems Straßenverkehr, in:

P. Klemmer, U. Lehr und K. Löbbe (Hrsg.), Umweltinnovationen, Berlin.

Staudt, E., Bock, J. und P. Mühlemeyer (1991), Die Rolle von Technologietransferstellen zwischen Wissenschaftssystem und der mittelständischen Industrie – Makler oder Kompetenzzentren? in: Berichte aus der angewandten Innovationsforschung (No. 98).

Stiroh, K. J. (2001), Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?, Federal Reserve Bank of New York, Mimeo, New York.

Toigo, J. W. (2000), Avoiding a Data Crunch, Scientific American (http://www.scientificamerican.com/2000).

Triplett, J. (1999), Economics and Statistics, the New Economy and the Productivity Slowdown, Business Economics, 34, 13–17.

US Department of Commerce (2000), Digital Economy 2000, Washington, DC.

VFA – Verband forschender Arzneimittelhersteller (2000), Innovation – Der Schlüssel zum Erfolg. Innovationskraft der forschenden Arzneimittelhersteller am Standort Deutschland, Bonn.

VFA (2000a), Statistics 2000.

VFA (2000b), Pressemitteilung Nr. 25/2000 vom 19. 12. 2000.

Weiß, J. P. (2000), Die deutsche Automobilindustrie im internationalen Wettbewerb, in: DIW-Wochenbericht 12, S. 168–173.

WestLB (2000), Branchenprognose Deutschland 2000/2001, Düsseldorf.

A Anhang

Übersicht A-1

Technologieintensive Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes nach der neuen ISI/-NIW Liste, Stand 2000

Spitzentechnik	
2330	Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen
2420	Herstellung von Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmitteln
2441	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen
2461	Herstellung von pyrotechnischen Erzeugnissen
2911	Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (außer für Luft- u. Straßenfahrzeuge)
2960	Herstellung von Waffen und Munition
3002	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen
3162	Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.
3210	Herstellung von elektronischen Bauelementen
3220	Herstellung von nachrichtentechnischen Geräten und Einrichtungen
3320	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen
3330	Herstellung von industriellen Prozesssteueranlagen
3530	Luft- und Raumfahrzeugbau
Hochwertige Technik	
2233	Vervielfältigung von bespielten Datenträgern
2411	Herstellung von Industriegasen
2412	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten
2413/2414	Herstellung von sonstigen anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
2417	Herstellung von synthetischem Kautschuk in Primärformen
2430	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitten
2442	Herstellung von pharmaz. Spezialitäten und sonst. pharmaz. Erzeugnissen
2462	Herstellung von Klebstoffen u. Gelatine
2463	Herstellung von etherischen Ölen
2464	Herstellung von fotochemischen Erzeugnissen
2466	Herstellung von chemischen Erzeugnissen a.n.g.
2912	Herstellung von Pumpen und Kompressoren
2913	Herstellung von Armaturen
2914	Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebselementen
2931	Herstellung von Ackerschleppern
2932	Herstellung von sonstigen land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
2940	Herstellung von Werkzeugmaschinen
2952	Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoff
2953	Herstellung von Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabakverarbeitung
2954	Herstellung von Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe
2955	Herstellung von Maschinen für das Papiergewerbe
2956	Herstellung von Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.
3001	Herstellung von Büromaschinen
3110	Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
3140	Herstellung von Akkumulatoren und Batterien
3150	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten
3230	Herstellung von Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten
3310	Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen
3340	Herstellung von optischen und fotografischen Geräten
3410	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
3430	Herstellung von Teilen u. Zubehör Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
3520	Schienenfahrzeugbau

Abgrenzung gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige (Ausgabe 1993) des Statistischen Bundesamtes.

Quelle: Grupp, Legler u.a. (2000).

Übersicht A-2

ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2000 in der Abgrenzung nach SITC

Bezeichnung	SITC
Spitzentechnik	
Radioaktive Stoffe	525
Schädlingsbekämpfung, Pflanzenschutz, Saatzucht	292.49; 292.99; 591
Biotechnologische u. Pharmazeutische Wirkstoffe/Arzneimittel	516.9; 541.3; 541.5; 541.6; 541.9 (ohne 541.91)
Kernreaktoren, Turbinen, Großforschungsgeräte	695.63; 718; 778.7;
Kriegsschiffe, Waffen, Munition, Sprengstoffe	593; 793.29; 891 (ohne 891.13)
DV-Geräte, -Einrichtungen	752; 759.97
Integrierte Schaltungen	776.4
Nachrichtentechnik	764
Medizinische Diagnosegeräte	774
Spitzeninstrumente	871; 874.1; 874.4; 874.7
Luft- und Raumfahrzeuge	714; 792
Hochwertige Technik	
organische Grundstoffe	335.2 (ohne 335.21); 431.1; 431.31; 511; 515
anorganische Grundstoffe	522; 524
Synthesekautschuk, Kunststoffe, Kunststoffwaren	232.1; 574.3; 575.9; 579.9; 582.9; 598.93
Farbstoffe, Anstrichmittel, Druckfarben, Kitte	531; 533; 598.95
Arzneimittel	541.4; 542
anwendungsorientierte Chemische Erzeugnisse a. n. g.	272.1; 551; 592.29; 598.5; 598.6; 598.8; 598.9 (ohne 598.93; 598.95; 598.98); 667.41; 667.42; 882 (ohne 882.5; 882.6)
Verbrennungsmotoren	712; 713
Pumpen und Kompressoren	743.1; 743.5 (ohne 743.55); 743.8
Armaturen	747
Hebezeuge, Fördermittel, Antriebselemente	744.7; 744.8; 746; 748
Heiz-, Kälte- und Lufttechnik	741.37; 741.38; 741.45; 741.49; 741.7; 741.84; 741.87; 741.89
landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen	721; 722
Werkzeugmaschinen	728.1; 731.1; 731.31; 731.35; 731.4 (ohne 731.41; 731.43); 731.5 (ohne 731.52; 731.54); 731.61; 731.63; 731.65; 733.12; 733.14; 733.16; 733.9; 735; 737.33; 737.35
Textil-, Bekleidungs-, Ledermaschinen	724
Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.	723 (ohne 723.91); 725; 726 (ohne 726.35); 727; 728 (ohne 728.1; 728.2); 741.83; 741.85; 741.86; 743.55; 749.1
Büromaschinen	751 (ohne 751.15; 751.16; 751.18; 751.19; 751.33; 751.35)
Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	716
E-Verteilungs-, -schaltereinrichtungen, Kabel usw.	772.61; 773.18
Elektrische Leuchten, Lampen, Batterien usw.	778.1; 778.2; 778.8 (ohne 778.83; 778.85; 778.86); 813 (ohne 813.91; 813.92)
elektronische Bauelemente	772.2; 776.25; 776.27; 776.3; 776.8; 778.62; 778.63; 778.64; 778.65
Fernseh-, Phonogeräte u. Zubehör	761; 763; 898.59; 898.79
Medizinische u. orthopädische Geräte	872; 899.6
Hochwertige Instrumente	873; 874.3; 874.5 (ohne 874.52); 874.6; 874.9
Optische und fotografische Geräte	881 (ohne 881.12; 881.14; 881.3)
Kraftwagen u. -motoren u. Zubehör	781; 782; 783; 784; 786.3
Schienenfahrzeuge	791
FuE-intensive Erzeugnisse a. n. g.	654.91; 654.93; 664.92; 664.95; 874.52; 897.4

Aufgenommen sind alle Gütergruppen mit einem Anteil der FuE-Gesamtaufwendungen am Umsatz von i. d. R.3,5 %; für Spitzentechnikerzeugnisse beträgt die Abschneidegrenze etwa 8,5 %.

Quelle: Grupp, Legler u. a. (2000).

Übersicht A-3

NIW/ISI-Liste wissensintensiver Industrien und Dienstleistungen

Bezeichnung	WZ93
Gew. v. Erdöl u. Erdgas	111
Erbrg. v. Dienstleistungen bei d. Gew. v. Erdöl u. Erdgas	112
Bergbau auf chemische u. Düngemittelminerale	143
Verlagsgewerbe	221
Mineralölverarbeitung	232
H. u. Verarb. v. Spalt- u. Brutstoffen	233
H. v. chemischen Grundstoffen	241
H. v. Schädlingsbekämpfungs- u. Pflanzenschutzmitteln	242
H. v. pharmazeut.Erzeugnissen	244
H. v. sonst. chemischen Erzeugnissen	246
H. v. Chemiefasern	247
H. v. sonst. Mineralerzeugnissen	268
H. v. Masch. f. d. Erzeugung u. Nutzung v. mechan. Energie	291
H. v. sonst. Maschinen f. unspezifische Verwendung	292
H. v. Werkzeugmaschinen	294
H. v. Masch. f. sonst. best. Wirtschaftszweige	295
H. v. Waffen u. Munition	296
H. v. Haushaltsgeräten a.n.g.	297
H. v. Büromasch., DV-Geräten u. -einrichtungen	300
H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	311
H. v. Elektrizitätsvertlg.- u. -schalteinrichtungen	312
H. v. Akkumulatoren u. Batterien	314
H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten	315
H. v. elektr. Ausrüstg. a.n.g.	316
H. v. elektronischen Bauelementen	321
H. v. nachrichtentechnischen Geräten u. Einrichtungen	322
H. v. Rundfunk-, Fernseh-, Phono-, videotechn. Geräten	323
H. v. Mess-, Kontroll-, Navig.- u.ä. Instr. u. Vorricht.	332
H. v. industriellen Prozesssteuerungsanlagen	333
H. v. optischen u. fotografischen Geräten	334
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren	341
Schiffbau	351
Schienenfahrzeugbau	352
Luft- u. Raumfahrzeugbau	353

Bezeichnung	WZ93
Elektrizitätsversorgung	401
Wasserversorgung	410
Vorbereitende Baustellenarbeiten	451
Handelsvermittlung	511
Gh. m. Maschinen, Ausrüstungen u. Zubehör	516
Apotheken; Fach-Eh. m. med. Art. usw. (in Verkaufsr.)	523
Transport im Rohrfernleitungen	603
Raumtransport	623
Fernmeldedienste	642
Zentralbanken u. Kreditinstitute	651
Sonst. Finanzierungsinstitutionen	652
Versicherungsgewerbe	660
Erschließg., Kauf, Verk.v. Grundst., Gebäuden usw.	701
Verm. u. Verp.v. eig.Grundst., Gebäuden u. Wohnungen	702
Vermittl. u. Verw. v. Grundst., Gebäuden u. Wohnungen	703
Verm. v. Maschinen u. Geräten	713
Hardwareberatung	721
Softwarehäuser	722
Datenverarbeitungsdienste	723
Datenbanken	724
Instandh. u. Rep. v. Büromasch., DV-Gerät. u. -einr.	725
Sonst. m. d. Datenverarbeitung verb. Tätigkeiten	726
Forschg. u. Entwicklg. in Natur- u.ä. Wissenschaften	731
Forschg. u. Entwicklg. in Geisteswissenschaften	732
Rechts-, Steuer- u. Unternehmensberatung usw.	741
Archit.- u. Ingenieurbüros	742
Technische, physikalische u. chemische Untersuchg.	743
Werbung	744
Gesundheitswesen	851
Veterinärwesen	852
Film- u. Videofilmherst., -verleih, -vertrieb usw.	921
Hörfunk- u. Fernsehanstalten, H. v. -programmen	922
Erbrg. v. sonst. kulturellen u.ä. Leistungen	923
Korrespondenz-, Nachrichtenbüros, selbst. Journal.	924
Bibliotheken, Archive, Museen, zoolog. u.ä. Gärten	925

Als wissensintensiv gelten Wirtschaftsweige, in denen der Anteil der Hochschulabsolventen, der Beschäftigten mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung und/oder der Beschäftigten mit Forschungs-, Entwicklungs- und Konstruktionstätigkeiten überdurchschnittlich hoch ist.

Quelle: Grupp, Legler u. a. (2000).

Übersicht A-4

Erläuterungen zur Publikationsanalyse

6Die Publikationen von Forschungsergebnissen werden – wie international üblich – mithilfe der Datenbank „Science Citation Index“ (SCI) ermittelt. Die SCI-Datenbank enthält Publikationen ausgewählter Zeitschriften in den Natur-, Medizin- und Ingenieurwissenschaften, wobei jährlich rund 600 000 neue Artikel in die Datenbank aufgenommen werden. Da im Zeitverlauf der Kreis der im SCI erfassten Zeitschriften ständig erweitert wurde, wird das tatsächliche Wachstum des Publikationsaufkommens überschätzt. Für die Strukturanalysen werden die SCI-Publikationen 26 verschiedenen Feldern zugeordnet, wobei im Bereich techniknaher Felder eine feinere Differenzierung als in grundlagenorientierten Feldern vorgenommen wird. Im Hinblick auf den Beitrag der Wissenschaft zur Stärkung der technologischen Leistungsfähigkeit erweist sich eine Unterteilung der Natur-, Medizin- und Ingenieurwissenschaften als nützlich. Unterschieden werden kann zwischen techniknahen Wissenschaftsfeldern und Wissenschaftsfelder mit einem allenfalls indirekten Technikbezug. In der medizinischen Forschung zielt z. B. ein großer Teil der wissenschaftlichen Publikationen auf die Aufklärung von Krankheits-Mechanismen oder Behandlungsmethoden, ohne dass sich daraus ein unmittelbarer Bezug zur Technik ergäbe. Umsetzungsrelevante Ergebnisse medizinischer Forschung finden sich in der Regel unter den SCI-Codes „Biomedical Engineering“ oder „Pharmacology and Pharmacy“. Solche Publikationen werden dem Technikfeld „Medizintechnik“ zu geordnet. Sonstige medizinische Publikationen werden im Wissenschaftsfelder „Medizin“ erfasst. Es ergibt sich ein Konkordanzschema, bei dem neunzehn Felder aus Wissenschaft und Technik miteinander assoziiert werden können. Die Wissenschaftsgebiete ohne unmittelbaren Technikbezug (Physik, Medizin, Biologie, Ökologie/Klima, Mathematik, Geowissenschaften, Sonstige) werden in sieben Felder aufgeteilt.

Der (kurz- und mittelfristige) Beitrag der Wissenschaft zur technologischen Leistungsfähigkeit kann am ehesten mithilfe der techniknahen Wissenschaftsfelder abgebildet werden. Daher beziehen sich die Aussagen zur Dynamik auch nur auf diese Gebiete. Die längerfristige Strukturanalyse hingegen bezieht auch die übrigen Wissenschaftsfelder mit ein, da die Strukturen der Wissenschaft längerfristig hohen Einfluss auf die Innovationsaktivitäten beziehen.

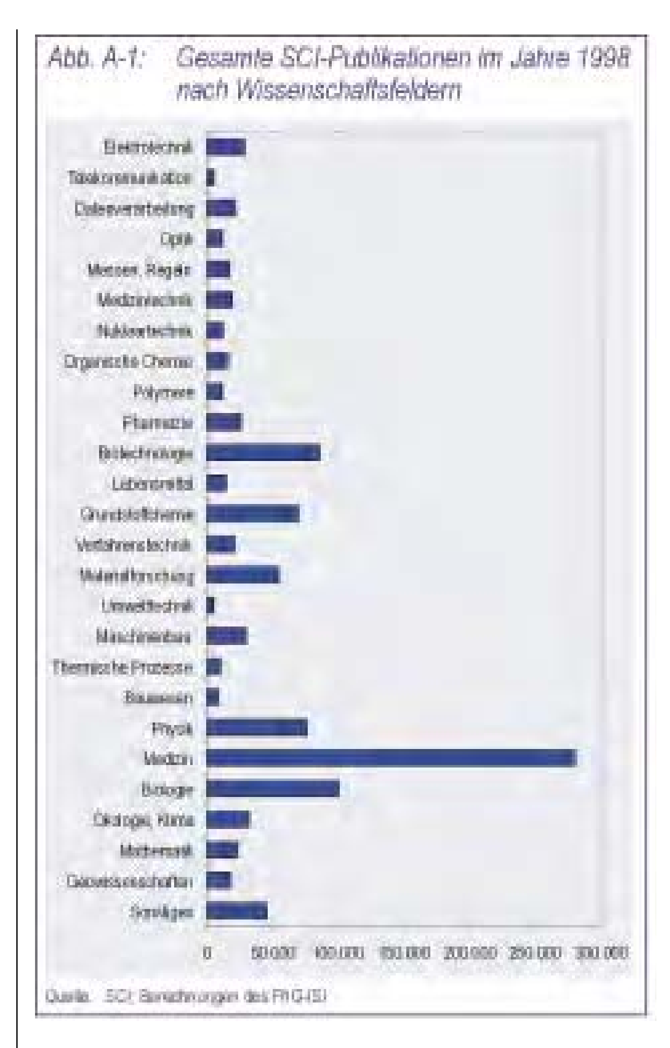


Abb. A-1: Gesamte SCI-Publikationen im Jahre 1998 nach Wissenschaftsfeldern

Tab. A-1

Triadepatente[1)] in ausgewählten Ländern 1998

Land*	Anzahl der Patente**	je Mio Erwerbspers.
Schweden	1620	381
Schweiz	1199	300
Finnland	747	295
Japan	15120	223
Deutschland	7056	177
USA	23763	171
Frankreich	3070	119
Niederlande	886	114
Dänemark	324	114
Großbritannien	2589	89
Belgien	374	86
Österreich	307	79
Kanada	665	42
Irland	50	31
Italien	694	29
Spanien	114	7
Griechenland	15	3
Portugal	4	1
Luxemburg	33	k. A.

1) Patente, die am EPA, am USPAT und am JPO angemeldet sind.

*) Herkunftsbestimmung nach Anmelderadresse.

**) Hochrechnung.

Quelle: PCTPAT, EPAT, USPAT, JPO; OECD: Main Science and Technology Incicators. – Berechnungen des FhG-ISI.

Tab. A-2

Beschäftigtenentwicklung bei wissensintensiven Dienstleistungen in der Gewerblichen Wirtschaft in Deutschland 1998 und 1999

	1998 in 1.000	1999* in 1.000	Veränderung 1998 bis 1999 in %
Wissensintensive Distributionsdienstleistungen	403	411	2,0
Wissensintensive IuK-Dienstleistungen	303	338	11,5
Wissensintensive Finanz- und Vermögensdienstl. u. dgl.	1.213	1.247	2,9
Wissensintens. techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	513	528	2,8
Wissensintens. nicht-techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	662	720	8,8
Wissensintensive Gesundheitsdienstleistungen	2.064	2.098	1,6
Wissensintensive Mediendienstleistungen	192	202	5,2
Wissensint. Dienstleistungen in der Gew. Wirtschaft insgesamt	**5.350**	**5.544**	**3,6**
Nichtwissensint. Dienstl. in der Gew. Wirtschaft insgesamt	**6.993**	**7.250**	**3,7**
Alle Wirtschaftszweige	**27.208**	**27.361**	**0,6**

*) Die Branchenzuordnung ist bei Sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die sowohl ein Normalarbeitsverhältnis als auch eine geringfügige Beschäftigung ausüben, möglicherweise falsch. Eine Korrektur durch das Statistische Bundesamt steht noch aus.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-3

Veränderung der Nettoproduktion im Aufschwung (1993 bis 1999) nach Industriezweigen in Deutschland

– fachliche Unternehmensteile, nach Wirtschaftsklassifikation (WZ 93) –		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1993-99 in %	**Spitzentechnik**	**Hochwertige Technik**
> 4,5 (> Durchschnitt der FuE-intensiven Industrien insgesamt)	• elektronische Bauelemente • Datenverarbeitungsgeräte u. – einrichtungen • industrielle Prozesssteuerungsanlagen • nachrichtentechnische Geräte und Einrichtungen • pharmazeutische Grundstoffe • Schädlingsbekämpfungs- u.Pflanzenschutzmittel • pyrotechnische Erzeugnisse	• synthetischer Kautschuk in Primärformen • Teile und Zubehör für Kraftwagen und deren Motoren • Kraftwagen und Kraftwagenmotoren • Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g. • Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren • sonst. organische Grundstoffe und Chemikalien • Lager, Getriebe, Zahnräder und Antriebselemente • Optische und fotografische Geräte • etherische Öle • chemische Erzeugnisse a.n.g.
2,8 bis 4,5 (noch > Durchschnitt der Industrie insg.)	• Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen	• Werkzeugmaschinen • Farbstoffe und Pigmente • sonst. anorganische Grundstoffe und Chemikalien • Industriegase
0 bis < 2,8 (< Durchschnitt der Industrie insg., aber positive Veränderungsrate)	• Verbrennungsmotoren u. Turbinen (außer für Luft- und Straßenfahrzeuge) • sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. • Luft- und Raumfahrzeugbau	• Pumpen und Kompressoren • Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte • medizinische Geräte und orthopädische Vorrichtungen • sonstige land- und forstwirtschaftliche Maschinen • pharmaz. Spezialitäten u. sonst. Pharmaz. Erzeugnisse • Ackerschlepper • Büromaschinen • Armaturen
< 0 (Schrumpfung)	• Waffen und Munition	• fotochemische Erzeugnisse • elektrische Lampen und Leuchten • Klebstoffe und Gelatine • Akkumulatoren und Batterien • Maschinen für das Papiergewerbe • Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen • Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe • Masch. für das Ernährungsgewerbe u. die Tabakverarb. • Rundfunk-, Fernsehgeräte sowie phono- und videotechnische Geräte • Schienenfahrzeugbau

Aufgrund von Geheimhaltungen können nicht alle Wirtschaftszweige ausgewiesen werden.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet Datenbank; Zahlen und Fakten, Statistik des Produzierende Gewerbes. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-4

Veränderung der Beschäftigung nach Industriezweigen in Deutschland 1995 bis 1999

– fachliche Betriebsteile, nach Wirtschaftsklassifikation (WZ 93) –		
jahresdurchschn. Veränderungsrate 1995[1]-1999 in %	**Spitzentechnik**	**Hochwertige Technik**
> 0 (positive Veränderungsraten)	• nachrichtentechnische Geräte und Einrichtungen • industrielle Prozesssteuerungsanlagen • pharmazeutische Grundstoffe • Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmittel • Luft- und Raumfahrzeugbau	• Vervielfältigung bespielter Datenträger • Teile und Zubehör für Kraftwagen und deren Motoren • Kraftwagen und Kraftwagenmotoren • Maschinen für bestimmte Wirtshaftszweige a.n.g.
-1,8 bis 0 (über dem Durchschnitt der Industrie insg, aber schon negative Veränderungsraten)	• Waffen und Munition • pyrotechnische Erzeugnisse • elektronische Bauelemente • Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen	• Lager, Getriebe, Zahnräder und Antriebselemente • Anstrichfarben, Druckfarben und Kitte • chemische Erzeugnisse a.n.g. • Werkzeugmaschinen • Industriegase
< -1,8 (< Durchschnitt der Industrie insgesamt)	• Verbrennungsmotoren und Turbinen (außer für Luft- und Straßenfahrzeuge) • sonstige elektrische Ausrüstungen a.n.g. • Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen • Spalt- und Brutstoffe	• elektrische Lampen und Leuchten • Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren • Pumpen und Kompressoren • Klebstoffe und Gelatine • medizinische Geräte und orthopädische Vorrichtungen • Armaturen • pharmaz. Spezialitäten und sonst. Pharmaz. Erzeugnisse • etherische Öle • Maschinen für das Papiergewerbe • sonst. organische Grundstoffe und Chemikalien • Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen • sonst. anorganische Grundstoffe und Chemikalien • sonst. land- und forstwirtschaftliche Maschinen • Ackerschlepper • Farbstoffe und Pigmente • optische und fotografische Geräte • Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe • synthetischer Kautschuk in Primärformen • Maschinen für das Ernährungsgewerbe und die Tabackverarbeitung • Büromaschinen • Akkumularen und Batterien • Schienenfahrzeuge • fotochemische Erzeugnisse • Rundfunk- u. Fernsehgeräte sowie phono- und videotechnische Geräte

[1] Die in der Handwerkszählung zusätzlich aufgefundenen Einheiten, um die der Berichtskreis ab 1997 erweitert wurde, wurden für 1995 geschätzt.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Internetdatenbank; Zahlen und Fakten, Statistik des Produzierenden Gewerbes. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-5

Sektorale Struktur der HRST-Beschäftigung Deutschlands im europäischen Vergleich 1995 bis 1999

NACE	Bezeichnung	Beschäftigte Insges. in 1.000 1999	Anteil an der Gesamtbeschäftigung 1999 in %	EU =100	Jahresdurchschn. Veränder. in % 1995-1999 GER	EU	HRST in 1.000	Anteil an der sektoralen Beschäft. in %	EU =100	Jahresdurchschn. Veränder.. in % 1995-1999 GER	EU
D	Verarbeitendes Gewerbe	8.573	23,8	117	-1,0	-0,6	1.870	21,8	122	0,8	2,3
	Nicht-Forschungsintensive Industrien	4.650	12,9	102	-1,8	-0,9	659	14,2	119	-0,9	1,5
	Forschungsintensive Industrien	3.923	10,9	142	-0,1	-0,1	1.211	30,9	112	1,8	2,9
24	Chemische Industrie	682	1,9	139	1,1	0,5	245	35,9	104	5,1	4,8
29	Maschinenbau	1.171	3,2	149	-0,9	0,0	330	28,2	122	0,1	2,5
30	Büromaschinen, EDV-Einrichtungen	119	0,3	120	1,6	0,9	66	55,3	125	2,2	2,6
31	Geräte der Elektrizitäterzeugung und -verteilung	435	1,2	141	-4,7	-2,4	157	36,1	135	-0,5	1,0
32	Radio, TV, Nachrichtentechnik	242	0,7	121	1,3	-1,3	101	41,6	115	2,2	1,9
33	Medizin-, MSR-Technik, Optik	265	0,7	139	-1,6	-1,7	70	26,5	79	-3,6	-0,1
34	Kraftwagen und Kraftwagenteile	848	2,4	172	3,3	1,6	189	22,2	117	5,2	5,1
35	Sonstiger Fahrzeugbau	161	0,4	79	-1,3	-0,2	54	33,3	121	2,4	3,8
G-Q	Dienstleistungen insgesamt	22.845	63,3	96	1,2	0,7	9.366	41,0	120	2,6	3,0
	Wissensintensive Dienstleistungen	8.812	24,4	97	3,1	1,7	4.527	51,4	111	4,7	4,5
62	Luftfahrt	79	0,2	86	0,6	2,5	30	37,9	121	7,2	7,1
64	Nachrichtenübermittlung	592	1,6	93	-1,3	-0,4	151	25,4	104	0,1	3,5
65	Kreditgewerbe	823	2,3	107	-0,9	-0,5	125	15,1	61	-1,7	1,6
66	Versicherungsgewerbe	353	1,0	127	-1,9	-0,7	273	77,2	132	-1,5	-0,5
67	Mit dem Kredit- u. Versicherungsgew. verb. Tätigk.	124	0,3	72	6,3	0,4	89	72,1	146	8,2	4,1
70/71	Grundst.- u. Wohnungsw.,Verm. bew. Sachen	329	0,9	85	6,3	1,4	133	40,3	127	6,1	3,7
72	Datenverarbeitung und Datenbanken	302	0,8	80	11,7	10,9	230	76,1	110	13,8	14,7
73	Forschung und Entwicklung	121	0,3	93	-9,5	-3,0	91	75,2	103	-3,9	0,8
74	Unternehmensorientierte Dienstleistungen	1.983	5,5	94	5,9	4,5	954	48,1	106	7,1	6,7
85	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen	3.543	9,8	103	3,6	0,5	2.144	60,5	115	4,3	3,4
92	Kultur, Sport und Unterhaltung	563	1,6	87	6,8	2,2	308	54,6	114	8,1	4,5
	Beschäftigung insgesamt	**36.088**	**100,0**	**100**	**0,2**	**0,1**	**11.798**	**32,7**	**119**	**2,1**	**2,8**

*) Akademische, technische und gleichrangige nichttechnische Berufe (ISCO-88, Gruppen 2, 3).

Quelle: Eurostat: Sonderauswertungen des Community Labour Force Survey. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-6

Beschäftigtenentwicklung bei wissensintensiven Dienstleistungen in der Gewerblichen Wirtschaft in den neuen Bundesländern 1998 und 1999

	1998 (in 1000)	1999* (in 1000)	Anteil an Deutschland 1999 in %
Wissensintensive Distributionsdienstleistungen	54,1	55,8	13,6
Wissensintensive IuK-Dienstleistungen	47,9	47,7	14,1
Wissensintensive Finanz- und Vermögensdienstl. u. dgl.	164,3	165,6	13,3
Wissensintens. techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	114,3	112,9	21,4
Wissensintens. nicht-techn. Beratungs - u. Forschungsdienstl.	75,6	80,1	11,1
Wissensintensive Gesundheitsdienstleistungen	352,7	354,5	16,9
Wissensintensive Mediendienstleistungen	41,5	42,5	21,0
Wissensint. Dienstleistungen in der Gew. Wirtschaft insgesamt	**850,5**	**859,1**	**15,5**
Nichtwissensint. Dienstl. in der Gew. Wirtschaft insgesamt	**1.331,8**	**1.335,9**	**18,4**
alle Wirtschaftszweige	**5.133,4**	**5.064,3**	**18,5**

*) Die Branchen- und Regionalzuordnung ist bei sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die sowohl ein Normalarbeitsverhältnis als auch eine geringfügige Beschäftigung ausüben, möglicherweise falsch. Eine Korrektur durch das Statistische Bundesamt steht noch aus.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-7

Sektorale Qualifikationsstruktur in Deutschland 1998 und 1999

WZ 93	Hochqualifiziertenquote[1]		Wissenschaftlerintensität[2]	
	1998	**1999**	**1998**	**1999**
Bergbau u. Gewinnung von Steinen und Erden	6,3	6,2	2,6	2,6
Verarbeitendes Gewerbe	7,4	7,7	4,3	4,4
darunter				
Mineralölverarbeitung	14,7	14,7	7,5	7,7
H. v. Spalt- u. Brutstoffen	21,0	21,2	18,5	18,5
Chemie	12,2	12,9	6,0	6,2
Maschinenbau	9,0	9,3	6,3	6,5
Büromaschinen, Datenverarb.-geräte, -einrichtungen	23,7	23,9	13,1	12,3
Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	22,7	18,9	15,7	13,1
Elektrizitätsverteilungs- u.-schalteinrichtungen	11,3	12,0	9,2	9,6
elektrische Ausrüstungen a.n.g.	11,3	11,9	8,2	8,6
elektronische Bauelemente	16,2	19,9	12,1	15,2
Nachrichtentechnik	21,6	22,2	14,5	14,7
Rundfunk, Fernsehen, Video	11,1	11,8	8,1	8,5
Mess-, Kontroll-, Navigationsgeräte	17,4	18,3	12,9	13,2
industrielle Prozesssteuerungsanlagen	20,4	20,8	16,6	17,1
optische u. fotografischen Geräte	11,4	11,8	6,0	6,2
Kraftwagen und Motoren	9,2	10,0	6,5	6,9
Schienenfahrzeugbau	15,8	15,0	8,6	8,1
Luft- u. Raumfahrzeugbau	19,4	21,7	15,0	16,6
Energie, Wasser	12,6	13,0	7,4	7,5
Baugewerbe	2,9	3,5	2,1	2,5
Handel, Instandhaltung, Reparatur	3,3	3,4	0,9	0,9
Verkehr/Nachrichtenübermittlung	3,0	2,9	0,7	0,6
Kreditinst., Versicherungen	9,2	9,8	0,3	0,3
Dienstleistungen, a. n. g.	15,4	14,8	7,6	7,1
darunter				
Datenverarbeitung und Datenbanken	31,8	30,8	5,4	5,4
Forschung und Entwicklung	39,8	40,2	23,0	22,9
Dienstl. überwiegend für Unternehmen	12,7	12,1	7,5	7,0
Gewerbliche Wirtschaft *)	6,8	7,1	2,9	2,9

[1] Anteil der Uni/FH-Absolventen an den Beschäftigten insgesamt in %.

[2] Anteil der Naturwissenschaftler/Ingenieure an den Beschäftigten insgesamt in %.

[3] Ohne Landwirtschaft, öffentliche Verwaltung und Dienstleistungen, Bildung, Priv. Haushalte, etc..

Quelle: Bundesanstalt für Arbeit: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen des NIW.

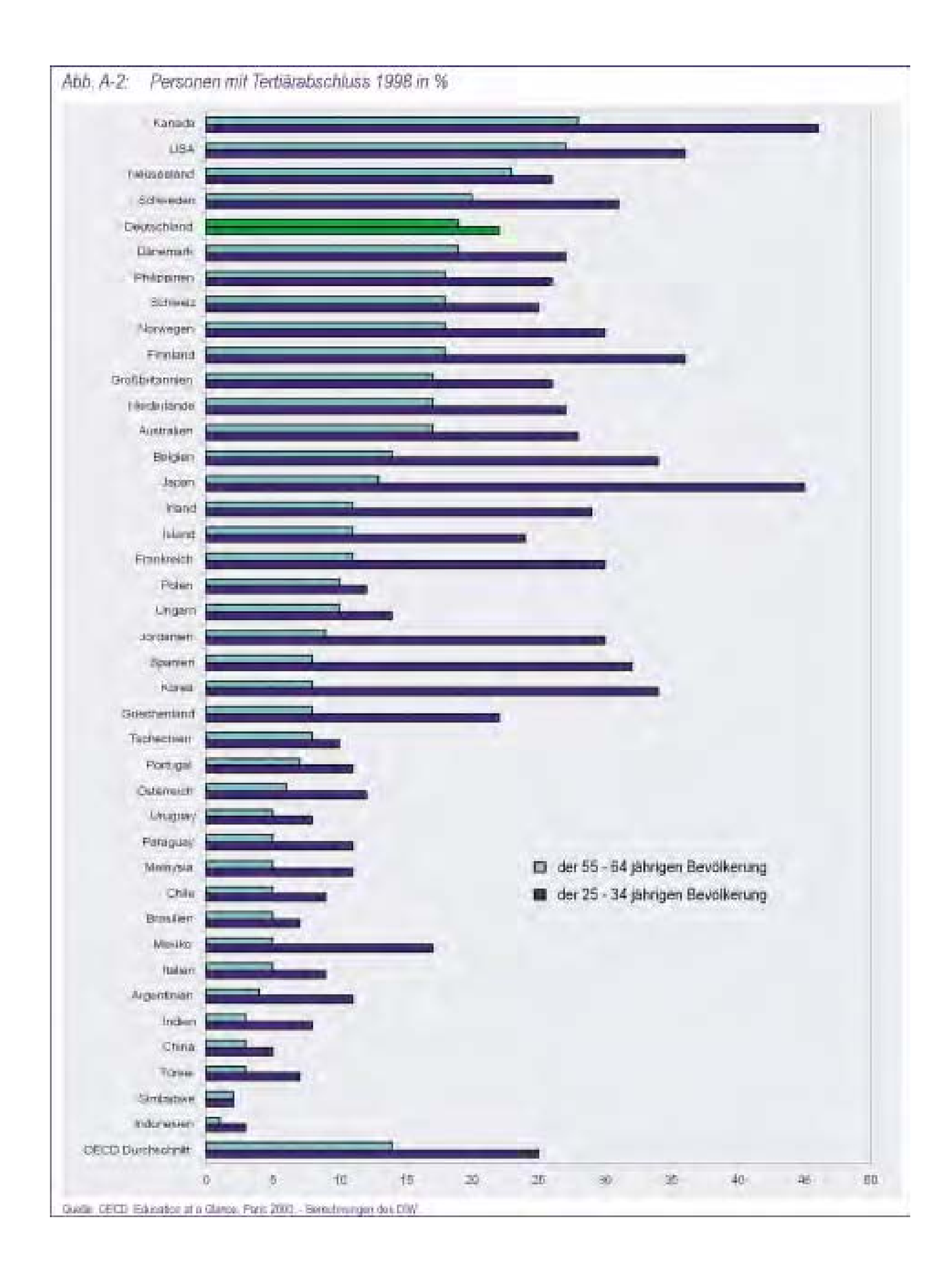
Tab. A-8

Budget für Bildung, Forschung und Wissenschaft nach der Durchführungsbetrachtung

	Bereich	Ausgaben in Mrd. DM				
		1995	1996	1997	1998	1999
A	**Ausgaben für den Bildungsprozeß (Durchführung)**[1]					
10	Öffentliche Vorschulen, Schulen, Hochschulen	124,7	127,1	127,7	127,7	129,5
11	Vorschulische Erziehung[2]	9,5	9,3	8,9	8,5	
12	Allgemeinbildende Schulen	80,1	81,6	82,5	82,6	
13	Berufliche Schulen[3]	14,7	15,0	15,2	15,3	
14	Hochschulen[4]	20,5	21,1	21,1	21,3	21,3
20	Private Vorschulen, Schulen, Hochschulen	18,0	18,0	17,9	20,3	
21	Vorschulische Erziehung[2]	11,2	11,0	10,7	13,0	
22	Allgemeinbildende Schulen	4,6	4,8	4,9	4,9	
23	Berufliche Schulen[3]	1,7	1,8	1,9	1,9	
24	Hochschulen[4]	0,4	0,4	0,4	0,4	
30	Betriebliche Ausbildung im Rahmen der dualen Bildung	32,5	32,2	32,3	33,5	33,8
31	des öffentlichen Bereichs	2,5	2,4	2,3	2,4	
32	des nichtöffentlichen Bereichs	30,0	29,8	30,1	31,0	
40	Betriebliche Weiterbildung der Unternehmen, privaten Organisationen ohne Erwerbszweck, Gebietskörperschaften[5]	16,7	17,2	17,6	18,1	18,6
50	Unterrichtsverwaltung und sonstige Bildungseinrichtungen	17,7	18,3	16,9	17,1	16,8
51	Unterrichtsverwaltung	2,0	1,9	1,9	2,2	
52	Einrichtungen der Jugendarbeit	2,5	2,5	2,5	2,5	
53	Sonstige öffentliche Bildungseinrichtungen	2,4	2,6	2,4	2,3	
54	Sonstige private Bildungseinrichtungen[6, 7]	10,8	11,4	10,1	10,0	
60	Ausgaben für den Bildungsprozeß insgesamt[8]	209,6	212,8	212,4	216,7	220,0
	in % des BIP	5,9	5,9	5,8	5,7	5,7
B	**Förderung von Bildungsteilnehmern**[9]					
10	Bildungsförderung durch Gebietskörperschaften	7,2	7,1	6,7	6,7	6,4
11	Schülerförderung	3,7	3,8	3,8	3,9	
12	Förderung der Studierenden	3,4	3,2	2,8	2,7	
13	Zuschüsse an Teilnehmer von Weiterbildungsmaßnahmen	0,0	0,1	0,1	0,1	
20	Förderung von Bildungsteilnehmern durch die Bundesanstalt für Arbeit[6, 7]	11,0	11,7	10,2	9,8	10,1
30	Kindergeld für Bildungsteilnehmer zwischen 19 und 25 Jahren	1,2	3,2	3,9	4,1	5,2
40	Förderung von Bildungsteilnehmern insgesamt	19,4	22,0	20,8	20,6	21,7
	in % des BIP	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
A - B	**Bildungsbudget**	229,0	234,7	233,2	237,3	241,7
	in % des BIP	6,5	6,5	6,4	6,3	6,2
C 10	Ausgaben für Forschung und Entwicklung[1,10]	79,5	80,9	83,8	87,3	94,4
11	Wirtschaft	52,8	53,6	56,5	59,3	
12	Staatliche Forschungseinrichtungen[11]	2,0	2,0	2,1	2,1	
13	Private Forschungseinrichtungen ohne Erwerbszweck	10,3	10,3	10,2	10,7	
14	Hochschulen	14,4	15,0	15,0	15,2	
D 20	Sonstige Bildungs- und Wissenschaftsinfrastruktur[1]	7,9	7,8	7,9	8,2	8,2
21	Wissenschaftliche Museen und Bibliotheken, Fachinformationszentren (ohne FuE-Ausgaben)	0,9	0,9	1,0	1,0	
22	Nichtwissenschaftliche Museen und Bibliotheken	3,8	3,9	3,9	4,0	
23	Ausgaben der außeruniversitären Einrichtungen für Wissenschaft und Forschung (ohne FuE-Ausgaben)	3,1	3,0	3,1	3,2	
A - D	**Ausgaben für Bildung, Forschung und Wissenschaft zusammen**	316,4	323,4	324,9	332,8	344,3
	in % des BIP	9,0	9,0	8,9	8,8	8,9
	in % der Bruttoanlageinvestitionen	40,0	41,5	41,4	41,7	43,1

[1] Ausgaben nach dem Durchführungskonzept [Personalausgaben (einschl. Zusetzungen für Beamtenversorgung und Beihilfe), laufender Sachaufwand, Investitionsausgaben, zum Teil geschätzt auf der Basis von Kostenbetrachtungen oder der öffentlichen Zuschüsse bzw. fortgeschrieben unter Berücksichtigung von Änderungen der Preis- und Mengenkomponenten; 1995 bis 1997 Ist-Daten; 1998 teilweise Soll- bzw. Plandaten].– [2] Kindergärten (ohne Kinderhorte), Vorklassen, Schulkindergärten; Berechnungsergebnisse durch Privatisierung von Kindergärten u. U. verzerrt.– [3] Einschl. Fachschulen, Berufsakademien, Schulen des Gesundheitswesens; ohne Verwaltungsfachschulen. – [4] Ohne Ausgaben für die Krankenbehandlung, Forschung und Entwicklung. – [5] Schätzung der Kosten für interne und externe Weiterbildung (ohne Personalkosten der Teilnehmer) auf der Basis der Erwerbstätigen (ohne Auszubildende) laut Mikrozensus und der durchschnittlichen Weiterbildungskosten je Beschäftigten laut Erhebungen des IW für 1995 und 1998. Eine Fortschreibung der Berechnungen des Bundesinstituts für Berufsbildung auf der Basis der Weiterbildungserhebung 1993 des EU-Force-Programms ergaben Weiterbildungskosten, die zum Teil rund $^1/_3$ unter den Angaben des IW lagen. – [6] Zuschüsse der staatlichen oder kommunalen Haushalte sowie der Bundesanstalt für Arbeit an private überbetriebliche Aus- und Weiterbildungsstätten; eventuelle Doppelzählungen (Duale Ausbildung, Weiterbildung) konnten nicht bereinigt werden. – [7] Aufteilung der Bildungsausgaben der Bundesanstalt für Arbeit auf Ausgaben für den Bildungsprozess und Bildungsförderung aufgrund von vorläufigen Ergebnissen einer Studie des Statistischen Bundesamtes über die Bildungsausgaben der Bundesanstalt für Arbeit. Ausgaben für 1995 und 1996 mit Anteilen von 1997 errechnet. – [8] Nicht enthalten sind die Ausgaben für die Ausbildung von Beamtenanwärtern, für Nachhilfeunterricht, für Käufe von Lernmitteln u. dgl. durch private Haushalte. Die Ausgaben hierfür dürften sich 1997 auf 7 bis 10 Mrd. DM belaufen haben. – [9] Zahlungen der öffentlichen Haushalte an Bildungsteilnehmer, Studentenwerke u. dgl. zur Finanzierung der Lebenshaltung auf Zuschuß- oder Darlehensbasis (brutto). – [10] Berechnet nach den Methoden der FuE-Statistik (Frascati-Handbuch/OECD-Meldung). – [11] Einschl. FuE-Ausgaben der wissenschaftlichen Bibliotheken und Museen.

Quellen: Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik 7/2000, BMBF-Berechnungen und Schätzungen auf der Basis diverser amtlicher und nicht amtlicher Statistiken.


Abb. A-2: Personen mit Tertiärabschluss 1998 in %
Kanada
USA
Neuseeland
Schweden
Deutschland
Dänemark
Philippinen
Schweiz
Norwegen
Finnland
Großbritannien
Niederlande
Australien
Belgien
Japan
Irland
Island
Frankreich
Polen
Ungarn
Jordanien
Spanien
Korea
Griechenland
Tschechien
Portugal
Österreich
Uruguay
Paraguay
Malaysia
Chile
Brasilien
Mexiko
Italien
Argentinien
Indien
China
Türkei
Simbabwe
Indonesien
OECD Durchschnitt
der 55 - 64 jährigen Bevölkerung
der 25 - 34 jährigen Bevölkerung
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Quelle: OECD: Education at a Glance, Paris 2000. - Berechnungen des DIW

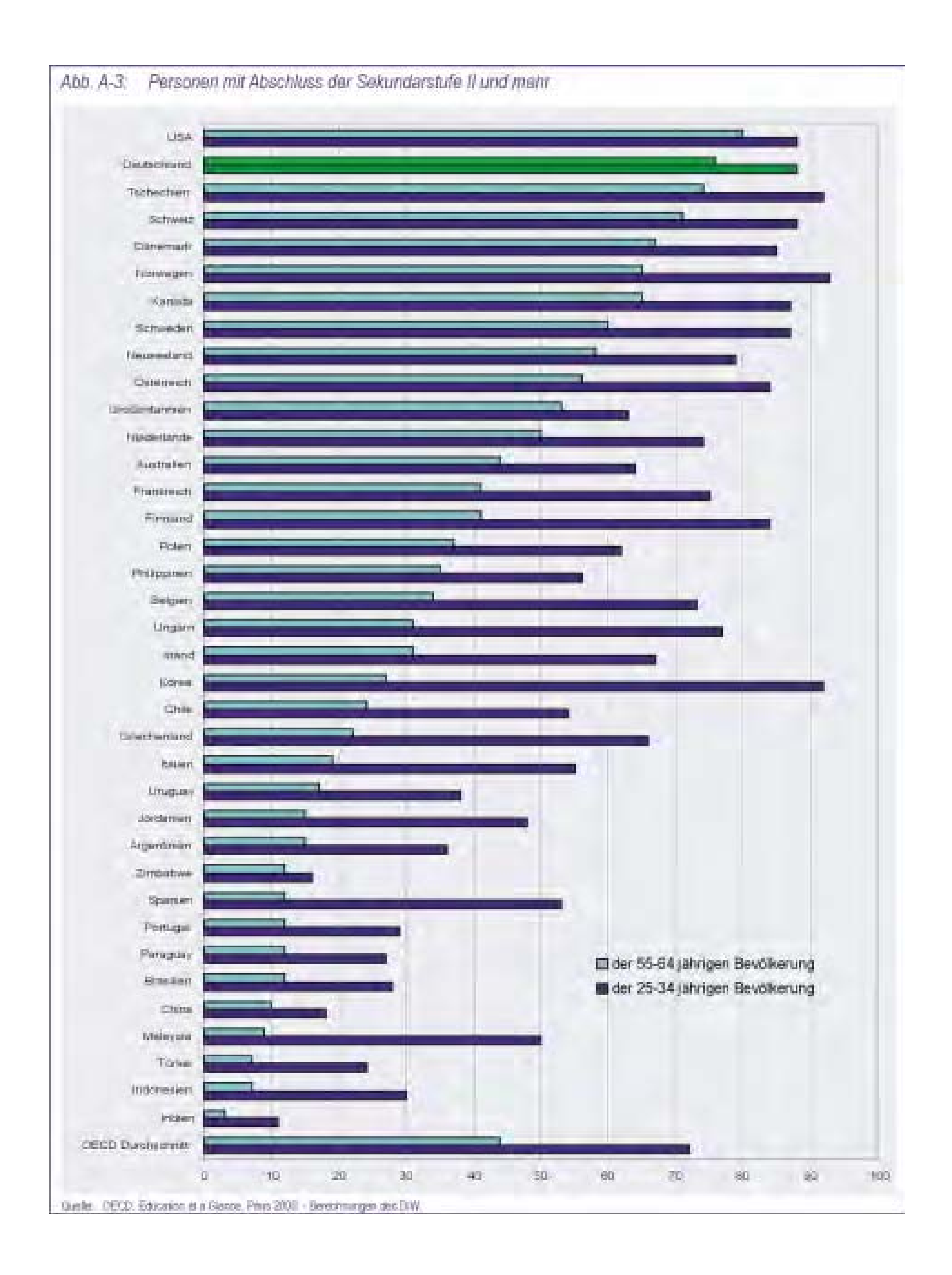


Abb. A-3: Personen mit Abschluss der Sekundarstufe II und mehr

Quelle: OECD: Education at a Glance, Paris 2000 - Berechnungen des DIW

Tab. A-9

Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben* 1991 bis 1999

– Anteile in % –	1991	1994	1996	1997	1998	1999
Deutschland						
zivil	**89,0**	**91,4**	**90,1**	**90,4**	**91,3**	
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	25,5	22,6	23,4	22,9	22,1	
Gesundheit/Umwelt	13,0	13,4	13,0	12,5	12,2	
Raumfahrt	6,0	6,0	5,5	5,3	5,2	
nicht zielorientierte Forschung	17,0	15,8	17,3	17,1	17,3	
allg. Hochschulforschungsmittel	37,3	41,4	40,5	42,6	43,0	
Großbritannien						
zivil	**56,1**	**61,1**	**62,8**	**60,8**	**63,1**	
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	28,8	18,9	15,0	14,3	12,4	
Gesundheit/Umwelt	22,3	24,0	32,6	32,9	34,1	
Raumfahrt	4,8	5,1	4,5	4,6	3,9	
nicht zielorientierte Forschung	9,1	19,3	18,8	18,7	18,6	
allg. Hochschulforschungsmittel	33,7	32,0	28,4	28,9	30,2	
Frankreich						
zivil	**63,9**	**66,9**	**70,3**	**72,0**	**75,2**	
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	32,8	22,5	19,3	18,8	20,3	
Gesundheit/Umwelt	9,8	10,8	12,3	12,6	13,0	
Raumfahrt	13,5	15,9	15,6	15,6	14,5	
nicht zielorientierte Forschung	23,9	26,6	26,6	26,8	27,1	
allg. Hochschulforschungsmittel	19,4	21,4	22,8	22,9	22,7	
USA						
zivil	**40,3**	**44,7**	**45,3**	**44,7**	**45,9**	**47,5**
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	22,1	22,7	20,7	19,7	14,1	13,8
Gesundheit/Umwelt	43,5	44,2	45,1	46,6	48,7	50,7
Raumfahrt	24,5	24,3	25,1	24,5	24,3	22,6
nicht zielorientierte Forschung	9,9	8,9	9,1	9,2	12,9	13,0
allg. Hochschulforschungsmittel	k.A.					
Japan						
zivil	**94,3**	**94,0**	**94,1**	**94,2**	**95,2**	**95,4**
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	33,5	31,4	34,4	34,8	34,6	34,4
Gesundheit/Umwelt	5,7	6,2	6,9	7,3	6,9	7,1
Raumfahrt	7,2	8,0	7,0	6,7	6,6	6,6
nicht zielorientierte Forschung	8,5	9,7	10,2	11,5	12,6	13,5
allg. Hochschulforschungsmittel	45,1	44,8	41,4	39,7	39,3	38,4
OECD insgesamt						
zivil	**62,4**	**66,5**	**68,7**	**68,5**	**69,5**	
darunter:						
zur wirtschaftl. Entwicklung	28,5	25,6	24,5	24,6	22,5	
Gesundheit/Umwelt	22,4	22,7	22,8	23,1	23,9	
Raumfahrt	12,3	12,6	12,0	11,6	11,5	
nicht zielorientierte Forschung	13,3	13,2	13,4	13,3	14,9	
allg. Hochschulforschungsmittel	k.A.					

*) GBAORD: Total government budget appropriations or outlays for R&D. Es handelt sich um Haushaltssollangaben.

Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators. – Zusammenstellung des NIW.

Tab. A-10

Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 1997

	Westdeutschland Anteile in %							Gesamtdeutschland Anteile in %			
	1979	**1981**	**1983**	**1985**	**1987**	**1989**	**1991**	**1991**	**1993**	**1995**	**1997**
Finanzierung von FuE											
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4	88,2	90,6	90,3	88,0
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6	8,8	7,3	7,5	8,3
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8	2,7	2,0	2,1	3,6
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen mit											
unter 100 Beschäftigten	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9	5,7	7,7	8,1	8,6
100 bis 500 Beschäftigten	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7	12,1	11,0	11,7	11,4
500 bis 1.000 Beschäftigten	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0	6,1	5,8	6,2	6,9
mehr als 1.000 Beschäftigten	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4	76,1	75,6	74,1	73,1
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft											
insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1	10,1	12,2	10,5	13,3
Klein- und Mittelunternehmen	*6,0*	*6,9*	*18,4*	*14,3*	11,1	8,1	9,8	8,9	8,5	8,1	8,4
Unternehmen > 500	*4,7*	*7,1*	*7,9*	*7,9*	8,0	9,3	10,1	10,0	12,4	10,5	14,1
Durchführung externer FuE der Wirtschaft											
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6	62,9	65,4	59,9	64,0
Hochschulsektor				8,5	10,6	9,1		10,4	9,0	13,1	9,3
sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8	8,8	6,8	8,6	5,6
sonstige Inländer				0,0	0,4	0,5		1,5	1,3	3,3	2,1
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6	16,4	17,4	15,2	18,9
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen											
Personal	60,1	58,8	58,4	58,0	58,3	60,1	57,9	57,9	59,9	59,8	61,5
Sachmittel	30,4	31,3	31,6	31,0	30,4	31,0	32,8	32,9	33,0	33,4	31,2
Investitionen	9,4	9,9	10,0	10,0	11,0	8,9	9,3	9,3	7,1	6,8	7,3
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen											
Wissenschaftler	30,9	31,8	32,8	34,0	36,3	38,2	41,4	43,8	43,9	45,7	46,2
Techniker	31,8	30,1	30,9	31,4	30,7	29,7	28,5	26,9	27,9	27,6	27,6
sonstige	37,3	38,1	36,3	34,6	33,0	32,1	30,1	29,3	28,2	26,7	26,1
Verteilung der internen FuE-Aufwendungen in den Unternehmen zur Neu-/Weiterentwicklung von ...											
... Produkten					74,1	73,1	77,1		75,2	67,6*	66,0*
... Verfahren					25,9	26,9	23,0		24,8	22,3*	24,0*
... Produkten und Verfahren										10,1	9,9
Verteilung der internen FuE-Aufwendungen in den Unternehmen zur ...											
... Weiterentwicklung					56,1	55,0	54,3		51,3	45,4*	46,1*
... Neuentwicklung					43,9	45,0	45,8		48,7	44,4*	44,0*
... Weiter-/Neuentwicklung									**	10,1	9,9
Umsatzanteil der in den letzten fünf Jahren in den Unternehmen eingeführten ...											
... neuen Produkte					31,0	28,8	27,9		32,8	29,6*	28,3*
... verbesserten Produkte										25,2*	25,6*

*) Ab 1995 Änderung des Fragenspektrums zu Weiter- und Neuentwicklung sowie zu Produkten und Verfahren. – **) Daten nicht verfügbar.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

Tab A-11

Patentanmeldungen im FuE-intensiven Bereich am EPA 1985 bis 1998

Länder	1985	1990	1991	1996	1997*	1998*
Anmeldungen am EPA pro Mio. Erwerbspersonen (Patentintensitäten)						
USA	63	90	91	113	125	137
Japan	72	133	118	121	131	141
Deutschland**	174	199	155	214	239	278
Großbritannien	67	78	75	92	100	121
Frankreich	84	113	111	123	138	149
Schweiz	239	281	279	284	301	327
Kanada	19	26	30	44	55	64
Schweden	98	116	110	251	307	303
Italien	34	51	51	63	65	69
Niederlande	108	128	119	170	178	211
Relative Patentanteile (RPA) in forschungsintensiven Industrien						
USA	9	9	10	13	12	12
Japan	13	10	10	3	6	4
Deutschland**	-6	-13	-12	-11	-11	-10
Großbritannien	-2	1	-2	1	1	6
Frankreich	-6	-8	-10	-10	-10	-11
Schweiz	-10	-7	-3	-11	-15	-18
Kanada	-8	0	11	12	12	16
Schweden	-24	-9	-13	-3	1	-3
Italien	-6	-8	-10	-17	-21	-25
Niederlande	-8	-7	-7	-3	-7	-3
RPA im Spitzentechnikbereich						
USA	28	25	26	29	27	26
Japan	20	19	18	-2	0	-3
Deutschland**	-33	-45	-47	-40	-39	-38
Großbritannien	0	3	1	15	16	20
Frankreich	0	-10	-7	-18	-15	-17
Schweiz	-41	-48	-42	-41	-53	-46
Kanada	6	1	13	34	31	33
Schweden	-40	-13	-9	14	15	18
Italien	-48	-51	-50	-47	-58	-65
Niederlande	-7	-8	-5	5	7	11
RPA im Bereich der Hochwertigen Technik						
USA	-2	-3	-1	0	-1	-1
Japan	8	4	4	6	9	9
Deutschland**	6	3	5	6	6	8
Großbritannien	-3	0	-4	-10	-11	-5
Frankreich	-9	-6	-12	-5	-6	-6
Schweiz	3	12	14	6	7	0
Kanada	-16	-1	11	-7	-5	1
Schweden	-16	-6	-15	-16	-11	-23
Italien	11	12	8	0	1	1
Niederlande	-9	-7	-9	-9	-18	-15

RPA: Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insg.

*) hochgerechnet.

**) Daten vor 1991: Früheres Bundesgebiet.

Quellen: EPAT, PCTPAT. – OECD, Main Science and technology Indicators. – Berechnungen des FhG-ISI.

Tab. A-12

RWA-Werte der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1991, 1994 und 1998

Land	FuE-intensive Waren*			Spitzentechnik			Hochwertige Technik		
	1991[1]	1994	1998	1991[1]	1994	1998	1991[1]	1994	1998
Deutschland	7	8	7	-39	-38	-42	21	21	23
Frankreich	-10	-9	-3	1	-1	4	-14	-12	-6
Großbritannien	9	8	9	39	29	36	-7	-7	-7
Italien	-34	-39	-40	-70	-77	-100	-21	-25	-19
Belgien/Luxemburg	-35	-28	-21	-130	-111	-109	-11	-5	3
Niederlande	-36	-30	-15	-29	-11	19	-39	-39	-38
Dänemark	-47	-46	-40	-56	-51	-52	-42	-43	-33
Irland	3	13	34	50	56	61	-27	-14	17
Griechenland	-199	-172	-141	-247	-175	-145	-183	-170	-138
Spanien	-8	-7	-13	-79	-78	-116	13	13	15
Portugal	-106	-111	-67	-149	-162	-160	-91	-95	-40
Schweden	-13	-9	1	-23	-18	12	-8	-4	-5
Finnland	-66	-47	-29	-88	-26	12	-57	-57	-58
Österreich	-28	-25	-27	-82	-89	-96	-10	-6	-4
Schweiz	-7	-5	-1	-65	-68	-54	12	14	18
Norwegen	-94	-85	-70	-72	-61	-54	-104	-96	-79
Island	-432	-288	-282	-559	-209	-242	-404	-363	-310
Türkei	-177	-168	-135	-310	-273	-224	-148	-142	-108
Polen		-105	-83		-209	-184		-80	-54
Tschechische Republik		-57	-31		-191	-130		-28	-3
Ungarn		-54	-5		-67	-22		-48	3
Kanada	0	1	-3	-29	-45	-35	11	17	10
USA	19	19	17	70	62	59	-15	-8	-13
Mexiko	6	7	6	-79	-27	-12	29	19	15
Japan	32	31	25	21	28	8	36	33	33
Republik Korea		-18	-20		25	24		-43	-53
Australien	-89	-75	-77	-74	-53	-83	-96	-86	-74
Neuseeland	-240	-210	-166	-254	-206	-146	-234	-211	-178

RWA (Relativer Welthandelsanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil am Weltmarktangebot bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

1) OECD ohne Polen, Tschechien, Ungarn und Korea.

*) Incl. nicht zurechenbarer vollständiger Fabrikationsanlagen usw..

Quelle: OECD: ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-13

RCA-Werte der OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 1991, 1994 und 1998

	FuE-intensive Waren*			**Spitzentechnik**			**Hochwertige Technik**		
Land	1991	1994	1998	1991	1994	1998	1991	1994	1998
Deutschland	23	26	20	-26	-30	-33	40	45	40
Frankreich	7	5	8	8	6	10	6	5	7
Großbritannien	21	12	14	22	9	17	20	10	12
Italien	-18	-13	-22	-45	-45	-61	-9	-3	-10
Belgien/Luxemburg	-6	3	-1	-50	-23	-32	2	8	2
Niederlande	-17	-12	-11	-18	-13	-12	-16	-12	-11
Dänemark	-16	-16	-9	-39	-20	-18	-6	-14	-5
Irland	21	11	19	24	-1	-6	18	22	45
Griechenland	-167	-132	-109	-173	-107	-88	-166	-141	-118
Spanien	-1	2	-4	-66	-38	-55	16	11	6
Portugal	-90	-93	-49	-82	-106	-100	-92	-90	-38
Schweden	2	1	2	-14	-9	7	9	6	-1
Finnland	-55	-39	-26	-74	-31	6	-49	-43	-50
Österreich	-14	-7	-9	-36	-38	-48	-9	0	2
Schweiz	15	15	17	-39	-44	-30	32	32	32
Norwegen	-62	-58	-46	-53	-36	-22	-67	-70	-58
Island	-392	-238	-248	-506	-157	-193	-370	-315	-284
Türkei	-166	-154	-127	-281	-257	-196	-145	-130	-109
Polen		-81	-66		-158	-119		-65	-56
Tschechische Republik		-43	-7		-163	-76		-20	9
Ungarn		-29	3		-22	-1		-32	5
Kanada	-15	-13	-12	-24	-37	-22	-13	-7	-9
USA	16	13	17	56	39	48	-13	-5	-7
Mexiko	19	25	19	-51	-4	27	41	40	25
Japan	79	71	50	29	20	-15	108	103	95
Republik Korea		-11	-15		11	-12		-27	-17
Australien	-91	-82	-78	-101	-67	-82	-84	-90	-76
Neuseeland	-230	-209	-156	-253	-206	-139	-220	-211	-167

RWA (Relativer Welthandelsanteil): PRCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

*) Incl. nicht zurechenbarer vollständiger Fabrikationsanlagen usw..

Quelle: OECD: ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. – Berechnungen des NIW.

Tab. A-14

Außenhandelskennziffern Deutschlands bei forschungsintensiven Waren nach Produktgruppen und Regionen 1998

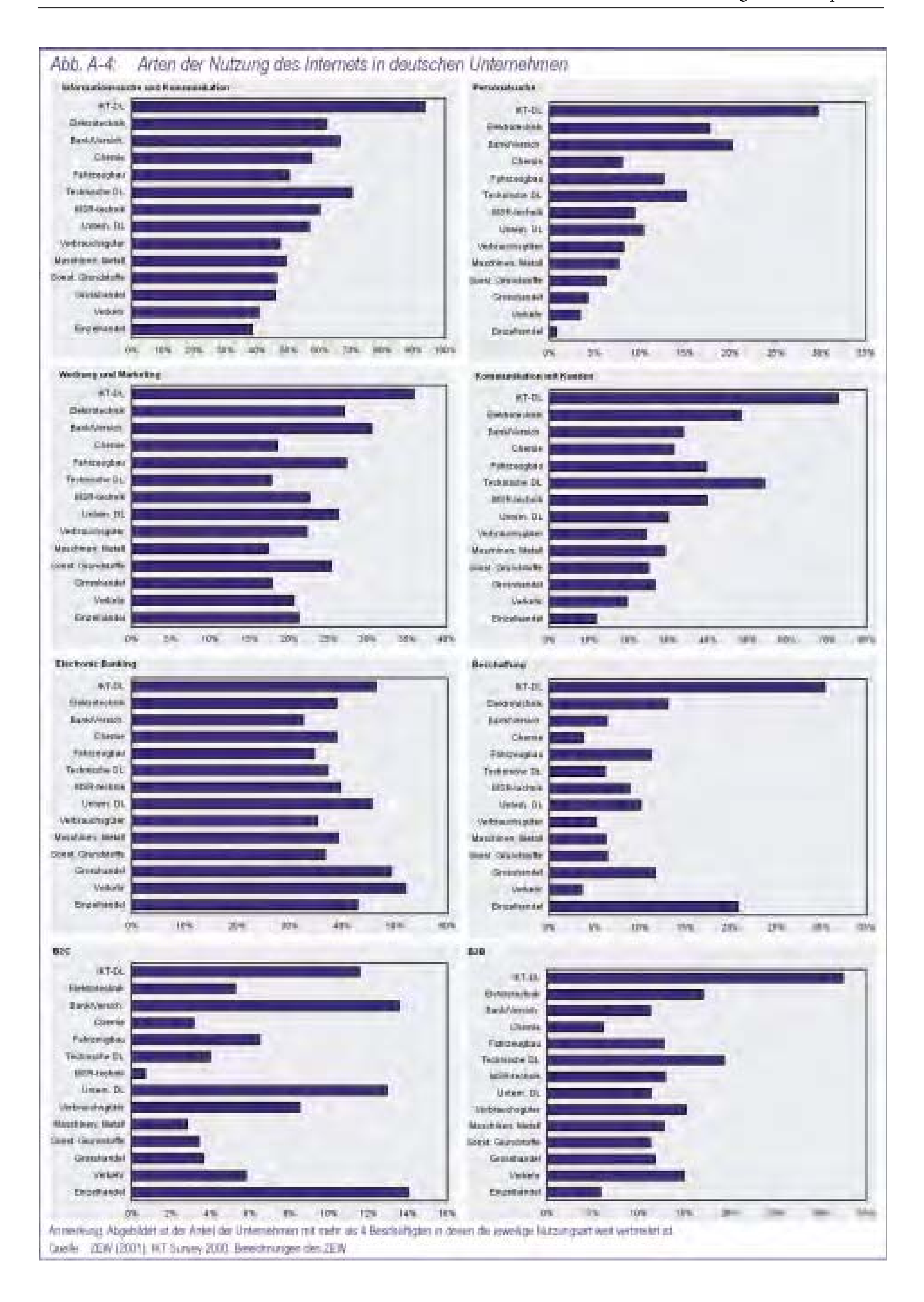
nach Produktgruppen	Welthandelsanteil	RWA	RCA
Chemische Erzeugnisse	15,7	10	19
Maschinen	19,2	30	72
IuK	7,3	-67	-86
Elektrotechnik	15,4	8	1
Medientechnik	7,4	-65	-34
Instrumente	15,3	7	19
Fahrzeugbau	18,0	24	36
FuE-intensive Erzeugnisse a.n.g.	14,8	4	18
Spitzentechnik	9,3	-42	-33
Hochwertige Technik	17,8	23	39
Forschungsintensive Erzeugnisse insg.*	15,2	7	19
nach Regionen	Anteil an den Exporten der OECD-Länder	RWA	RCA
Deutschland			
Frankreich	27,4	12	5
Großbritannien	21,8	15	2
Italien	28,9	10	58
Belgien/Luxemburg	25,4	8	26
Niederlande	18,4	-22	22
Dänemark	25,5	0	48
Irland	9,1	16	-11
Griechenland	19,6	14	215
Spanien	22,5	12	2
Portugal	23,3	28	59
Schweden	22,8	5	36
Finnland	23,8	9	75
Österreich	46,0	-7	-2
EU-15	19,3	7	18
MOE-Aufhol-Länder	40,9	3	27
USA	10,5	19	-4
Kanada	2,6	15	41
Mexiko	5,9	29	1
Japan	13,2	36	-3
Korea	6,4	3	-10
Australien	9,7	10	39
Neuseeland	6,1	16	265
China, Hong-Kong	9,9	26	82
Taiwan	8,4	11	4
Singapur	6,0	0	-33

RWA (Relativer Welthandelsanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, daß der Anteil am Weltmarktangebot bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, daß die Export/Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

*) Incl. nicht zurechenbarer vollständiger Fabrikationsanlagen usw..

Quelle: OECD: ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3, 1999 und 2000. – Berechnungen des NIW.



Anmerkung: Abgebildet ist der Anteil der Unternehmen mit mehr als 4 Beschäftigten in denen die jeweilige Nutzungsart weit verbreitet ist.

Quelle: ZEW (2001), IKT Survey 2000. Berechnungen des ZEW

Liste der Abkürzungen

ABL	Alte Bundesländer
a.n.g.	anderweitig nicht genannt
BEL	Belgien
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn
BMWI	Bundesministerium für Wirtschaft
BVK	Bundesverband der Kapitalbeteiligungsgesellschaften e.V., Berlin
CAN	Kanada
DIHT	Deutscher Industrie und Handelstag
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
DM	Deutsche Mark
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt, München
DSL	Digital Subscriber Line
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EITO	European Information Technology Observatory
EU	Europäische Union
EPA	Europäisches Patentamt
EPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes
ESP	Spanien
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Union
EVCA	European Venture Capital Association
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft, München
FhG-ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
FuE	Forschung und Entwicklung
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GBR	Großbritannien und Nordirland
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GER	Deutschland
GMD	Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung
GSM	Global Standard for Mobilcomunication
HGF	Großforschungsgemeinschaft
HIS	Hochschul-Informations-System
HRST	Human Resources in Science and Technology

HS	Harmonisiertes System der Außenhandelsstatistik
IAB	Institut für Arbeitmarkt und Berufsforschung
Ifo	ifo Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IuK	Information und Kommunikation
ISCO	International Standard Classification of Occupations
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standard Organisation
ILO	International Labour Organization, Genf
ITA	Italien
IW	Institut der deutschen Wirtschaft, Köln
IZA	Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit
JPN	Japan
k.A.	keine Angabe
KFZ	Kraftfahrzeuge
KKP	Kaufkraftparitäten
KMU	Kleine und mittelgroße Unternehmen
Mio.	Million
MOE	mittel-/osteuropäische Reformländer
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
Mrd.	Milliarde
MSR	Meß-, Steuer-, Regeltechnik
NBL	Neue Bundesländer
NCE	New Chemical Entity
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
NSF	National Science Foundation, Washington
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Paris
PATDPA	Patentdatenbank des Deutschen Patentamtes
RCA	Relativer Außenhandelsanteil
R&D	Research and Development
RPA	Relativer Patentanteil
RWA	Relativer Welthandelsanteil
SCI	Science Citation Index
SITC	Standard International Trade Classification
SOEP	Sozio-Ökonomisches Panel
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen
SVG	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
SWE	Schweden
Tsd.	Tausend
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System

UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, New York
USA	United States of America
VBL	Versorgungsanstalt des Bundes und der Länder
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VH	vom Hundert
WAP	Wireless Application Protocol
WGL	Einrichtungen der Blauen Liste, Leibnitz-Institute
WSV	Gemeinnützige Gesellschaft für Wissenschaftsstatistik des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, Essen
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
WZB	Wissenschaftszentrum Berlin
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim
$	US-Dollar

Projektmitarbeiter

Die Untersuchungen wurden im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim durch Dr. Georg Licht und Dipl.-Volkswirt Jürgen Egeln koordiniert und in diesem Endbericht zusammengefasst. Dr. Harald Legler vom Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, der die Arbeiten zum Indikatorenbericht leitet, war an der Abfassung des Endberichts beteiligt. Im Laufe des Jahres fanden mehrere Projektgruppensitzungen statt, auf der Teilergebnisse diskutiert und bewertet wurden. Die hier zusammengefassten Arbeiten beruhen zum einen auf den Untersuchungen zum Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit und zum anderen auf den Ergebnissen weiterer Teilprojekte.

Die Untersuchungen zu den **Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit** führten durch:

- im Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung NIW, Hannover
  Dr. Harald Legler, Dr. Birgit Gehrke, Jörg Schmidt
- im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW, Berlin
  Dr. Dieter Schumacher, Andreas Stephan, Dr. Brigitte Preissl
- im Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
  Dr. Ulrich Schmoch, Uta Gaß, Rainer Frietsch
- in der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband SV-WiStat, Essen
  Dr. Christoph Grenzmann, Beate Bäse
- im Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung ZEW, Mannheim
  Dr. Georg Licht, Dr. Christian Rammer, Charlotte Lauer, Dirk Engel

In die Abfassung des zusammenfassenden Endberichts flossen verschiedene **Arbeitspapiere zu spezifischen Themen** der technologischen Leistungsfähigkeit ein. Diese Arbeitspapiere beruhen auf Projekten, die ebenfalls im Auftrag des BMBF durchgeführt wurden oder in Kürze abzuschließen sind.

Innovationstätigkeit in ausgewählten Sektoren

- Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Biotechnologiesektor
  Dr. Sibylle Hinze, Dr. Thomas Reiß, Iciar Dominguez-Ladasa, FhG-ISI, Karlsruhe
- Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands in den Informations- und Kommunikationstechnologien
  Dr. Ulrich Schmoch, Dr. Simone Kimpeler, FhG-ISI, Karlsruhe
- Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Automobilbau
  Dr. Harald Legler, Jörg Schmidt, NIW, Hannover

Der Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte in Deutschland

- Einfluss der fachspezifischen Arbeitslosenquoten auf die Fachrichtungswahl der Studienanfänger 1975-1998
  Dr. Reinhard Schüssler, Dr. Claudia Funke, prognos AG, Basel
- Mobiliät von Hochschulabsolventen
  Dr. Henrike Mohr, prognos AG, Basel
- Zukünftige Arbeitsmarktaussichten und Reaktionen von Studienanfängern in den Natur- und Ingenieurwissenschaften
  Michael Ramm, Tino Bargel, AG Hochschulforschung, Universität Konstanz
- Der „Fachkräftemangel“ und die Personal- und Rekrutierungsstrategien der Unternehmen
  Volker Hielscher, ISO – Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V.,
  Saarbrücken
- Fachkräftemangel im betrieblichen Kontext
  Arnd Kölling, IAB, Nürnberg

- Wahrnehmung und Bedeutung der Arbeitsmarktaussichten bei Studienentscheidungen und im Studienverlauf
  Christoph Heine, Franz Durrer, Martin Bechmann, HIS, Hochschul-Informations-System, Hannover
- Internationale Mobilität von Hochschulabsolventinnen und -absolventen
  Volker Jahr, Ulrich Teichler, Wissenschaftliches Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung, Universität Gesamthochschule Kassel.
- Internationale Mobilität hoch qualifizierter Arbeitskräfte
  Rainer Winkelmann, IZA, Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit, Bonn
- Mobilität und Flexibilität der Arbeitnehmer zum Abbau von Ungleichgewichten
  PD Dr. Felix Büchel, Max Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin
  Dr. Joachim Frick, DIW, Berlin
- IKT-Fachkräftemangel und Qualifikationsbedarf
  Martin Falk, Helmut Fryges, Dr. Georg Licht, ZEW, Mannheim

Zur Interaktion von Wissenschaft und Wirtschaft

- Dr. Ulrich Schmoch, Dr. Jacob Edler, Rainer Bierhals, Rebecca Ragnow, FhG-ISI, Karlsruhe
- Dr. Michael Reinhard, Heinz Schmalholz, ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München
- Dr. Georg Licht, Dr. Christian Rammer, Dirk Czarnitzki, ZEW, Mannheim

Ansprechpartner

Zu den Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit:

Im NIW	Dr. Harald Legler Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung Schiffgraben 33 30175 Hannover Tel.:0511-341392; Fax:0511-3180400 e-mail: legler@niw.de
Im DIW	Dr. Dieter Schumacher Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Königin-Luise-Str. 5 14195 Berlin Tel.:030-89789(0)670; Fax:030-89789200 e-mail: dschumacher@diw-berlin.de
Im ISI	Dr. Ulrich Schmoch Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Breslauer Str. 48 76139 Karlsruhe Tel.:0721-6809(0)114; Fax:0721-6809176 e-mail: us@isi.fhg.de
Im SV-WiStat	Dr. Christoph Grenzmann SV Wissenschaftsstatistik Barkhovenallee 1 45239 Essen Tel.:0201-8401(0)426; Fax:0201-8401431 e-mail: grenzmann@stifterverband.de
Im ZEW	Dr. Christian Rammer Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim 0621-1235(01)184; Fax:0621-1235170 e-mail: rammer@zew.de

Zu spezifischen Themenbereichen:

Sektorstudie Automobil- und Fahrzeugindustrie	Dr. Harald Legler Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung Schiffgraben 33 30175 Hannover Tel.:0511-341392; Fax:0511-3180400 e-mail: legler@niw.de
Der Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte in Deutschland	Jürgen Egeln Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim 0621-1235(01)184; Fax:0621-1235170 e-mail: egeln@zew.de
Interaktion Wissenschaft/Wirtschaft Sektorstudien Biotechnologie u. IKT Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik	Dr. Georg Licht Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung L 7, 1 68161 Mannheim 0621-1235(01)184; Fax:0621-1235170 e-mail: licht@zew.de



Druck: MuK. Medien- und Kommunikations GmbH, Berlin
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28 / 3 82 08 40, Telefax: 02 28 / 3 82 08 44
ISSN 0722-8333